

COMMUNICATION APPARATUS AND COMMUNICATION METHOD**Publication number:** JP2006129393**Publication date:** 2006-05-18**Inventor:** NISHIBAYASHI TAIJIYO; TAKAGI MASAHIRO; ADACHI TOMOKO; TANDAI TOMOYA; NAKAJIMA TORU; UTSUNOMIYA YORIKO**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO**Classification:****- international:** H04L12/28; H04L29/10; H04L12/28; H04L29/10;**- european:** H04W36/06C**Application number:** JP20040318487 20041101**Priority number(s):** JP20040318487 20041101**Also published as:**

US2006092871 (A)

CN1770774 (A)

Report a data error he**Abstract of JP2006129393**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a communication apparatus and communication method in which substantial throughput of communication is improved by canceling overhead accompanied with transmission of a plurality of frames by improving efficiency of a frame format.

SOLUTION: The communication apparatus comprises: a means for constructing a physical frame where any one of a data frame, a delivery acknowledgement frame and a delivery acknowledgement request frame and a transmission permission frame permitting piggyback transmission to a destination terminal are aggregated; and a means for transmitting the physical frame to the destination terminal. The piggyback transmission is to transmit the physical frame where the delivery acknowledgement frame and at least one MAC frame are aggregated from the destination terminal to a transmission source.

COPYRIGHT: (C)2006,JPO&NCIP

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-129393

(P2006-129393A)

(43) 公開日 平成18年5月18日(2006.5.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04L 12/28 (2006.01)	H04L 12/28 300Z	5K033
H04L 29/10 (2006.01)	H04L 12/28 200Z	5K034
	H04L 13/00 309A	

審査請求 有 請求項の数 25 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2004-318487 (P2004-318487)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成16年11月1日 (2004.11.1)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74) 代理人	100058479
			弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

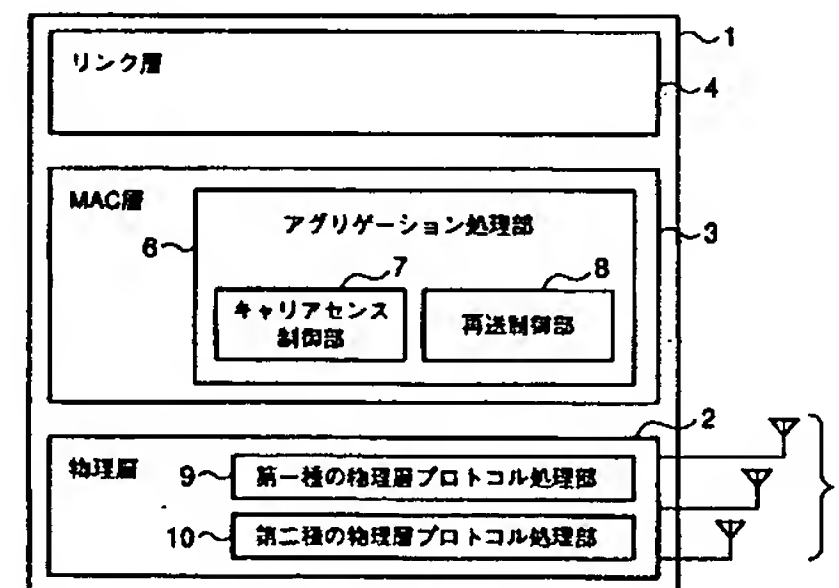
(54) 【発明の名称】 通信装置および通信方法

(57) 【要約】

【課題】 フレームフォーマットの効率化により複数のフレームを送信することに伴うオーバーヘッドを解消して通信の実質的なスループットを向上できる通信装置および通信方法を提供すること

【解決手段】 データフレーム、送達確認フレーム、及び送達確認要求フレームのいずれかと、宛先端末に対してピギーバック送信を許可する送信許可フレームとがアグリゲートされた物理フレームを構築する手段と、前記物理フレームを前記宛先端末に送信する手段とを具備する通信装置である。前記ピギーバック送信は、送達確認フレームと少なくとも一つのMACフレームとがアグリゲートされた物理フレームを前記宛先端末から送信元に送信することである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

データフレーム、送達確認フレーム、及び送達確認要求フレームのいずれかと、宛先端末に対してピギーバック送信を許可する送信許可フレームとがアグリゲートされた物理フレームを構築する手段と、

前記物理フレームを前記宛先端末に送信する手段とを具備する通信装置。

【請求項 2】

前記ピギーバック送信は、送達確認フレームと少なくとも一つのMACフレームとがアグリゲートされた物理フレームを前記宛先端末から送信元に送信することである請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 3】

前記送信許可フレームを前記物理フレームにアグリゲートするか否かをチャネル使用許可期間の残期間に応じて決定する手段とをさらに具備する請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 4】

前記物理フレームの送信後から最小フレーム時間後に、前記宛先端末から返信される物理フレームに送達確認フレームが含まれるか否かを判定する手段と、

前記送達確認フレームが含まれない場合に、該送達確認フレームの再送を要求する手段とを具備する請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 5】

前記宛先端末から返信される物理フレームの特定フレーム位置のエラー検出に基づいて、前記送達確認フレームの有無を判定する請求項 4 に記載の通信装置。

【請求項 6】

データフレーム、送達確認フレーム、及び送達確認要求フレームのいずれかと、宛先端末に対してピギーバック送信を許可する送信許可フレームとがアグリゲートされた第一の物理フレームを受信する手段と、

前記送信許可フレームに応じて、送達確認フレームと複数のデータフレームとがアグリゲートされた第二の物理フレームを送信する手段と、

前記データフレームに対する送達確認が受信されないことによるタイムアウトを検出する手段と、

前記タイムアウトが検出されたならば、前記第一の物理フレームに対する送達確認フレームと前記第二の物理フレームのデータフレームについての送達確認要求フレームとがアグリゲートされた第三の物理フレーム、又は前記第一の物理フレームに対する送達確認フレームと再送に係る第二の物理フレームのデータフレームとがアグリゲートされた第四の物理フレームのいずれかを送信する手段とを具備する通信装置。

【請求項 7】

データフレーム、送達確認フレーム、及び送達確認要求フレームのいずれかと、遅延型ブロックACKに係るノーマルACKフレームの代わりに用いられ、宛先端末に対してピギーバック送信を許可する送信許可フレームとがアグリゲートされた物理フレームを構築する手段と、

前記物理フレームを宛先端末に送信する手段とを具備する通信装置。

【請求項 8】

前記物理フレームを送信することにより、前記宛先端末以外の端末に対して前記遅延型ブロックACKに係るノーマルACKを通知する請求項 7 に記載の通信装置。

【請求項 9】

前記遅延型ブロックACKに係るノーマルACKの通知から一定時間後に送達確認フレームを送信する手段を具備する請求項 8 に記載の通信装置。

【請求項 10】

データフレーム、送達確認フレーム、及び送達確認要求フレームのいずれかと、遅延型ブロックACKに係るノーマルACKフレームの代わりに用いられ、宛先端末に対してピギーバック送信を許可する送信許可フレームとがアグリゲートされた物理フレームを受信する手段

と、

前記送信許可フレームに基づいて、前記遅延型ブロックACKに係るノーマルACKの通知を検知する手段とを具備する通信装置。

【請求項 1 1】

前記遅延型ブロックACKに係るノーマルACKの通知から一定時間後に送達確認フレームを受信する手段を具備する請求項 1 0 に記載の通信装置。

【請求項 1 2】

ピギーバック送信を許可するための送信許可フレームとデータフレームとが複数の宛先端末についてアグリゲートされた物理フレームを構築する手段と、

前記物理フレームを前記複数の宛先端末に対して送信する手段とを具備し、

10

該宛先端末からの逆方向のデータを受信した後、部分応答の送信を遅延型にする旨の確認通知を、該宛先端末に対する送信許可フレームによって代替する通信装置。

【請求項 1 3】

ピギーバック送信を許可するための送信許可フレームとデータフレームとが複数宛先毎についてアグリゲートされた物理フレームを受信する手段と、

前記物理フレームの送信元端末に対し、部分応答フレームにデータフレームをピギーバックして送信する手段と、

前記複数の宛先端末への物理フレームを送信した端末がその時点で所有している連続的な送信可能期間内に、再度、複数の宛先端末について複数のMACフレームをアグリゲートして送信する手段とを具備し、

20

前記物理フレーム内に含まれる複数宛先制御情報が含む宛先情報を検査し、もし該物理フレームの受信端末のアドレスが含まれていなければ、ピギーバックして送信したデータフレームに対する部分応答への遅延型ポリシーの適用が失敗したと判断する通信装置。

【請求項 1 4】

前記複数宛先制御情報内に自身のアドレスが存在する場合、更に自分宛にピギーバック送信を許可する制御情報フレームが正しく受信できており、かつ遅延型部分応答使用を確認する旨の通知フラグが有効であれば、部分応答に対する遅延型ポリシーの適用に成功したと判断する請求項 1 3 に記載の通信装置。

【請求項 1 5】

複数の宛先端末への複数の優先度のMACフレームがアグリゲートされた物理フレームを受信する手段と、

30

受信された物理フレームのMACフレームを格納する優先度毎の受信バッファと、

宛先毎、優先度毎それぞれの先頭部分に制御情報フレームがアグリゲートされている前提において、該制御フレームに対する誤り計算結果が正常であり、かつ、該制御フレームに続くデータフレームも正常に受信していれば、該データフレームのシーケンス番号情報を用いて、前記受信バッファを管理する手段とを具備する通信装置。

【請求項 1 6】

前記受信バッファ管理を、制御フレームに続くデータフレームのシーケンス番号を始点番号とみなし、該始点番号よりも前のシーケンス番号を持つ受信バッファ内のMACフレームは、全てバッファから開放し、上位層に渡すことにより実現する請求項 1 5 に記載の通信装置。

40

【請求項 1 7】

宛先毎、優先度毎の制御情報フレームをアグリゲートしない場合において、二つの連続したMACフレームに対する誤り計算結果が正常であり、かつ二つのMACフレームの宛先アドレス、あるいは優先度識別子が異なる場合に、二番目のMACフレームのシーケンス番号を、該MACフレームの示す宛先端末における優先度毎の受信バッファ管理に用いる請求項 1 5 に記載の通信装置。

【請求項 1 8】

前記受信バッファ管理を、二つの正常に受信した宛先、あるいは優先度の異なるMACフレームの二番目のMACフレームのシーケンス番号を始点番号とみなし、該始点番号よりも前

50

のシーケンス番号を持つ受信バッファ内のMACフレームは、全てバッファから開放し、上位層に渡すことによって実現する請求項17に記載の通信装置。

【請求項19】

データフレーム、送達確認フレーム、及び送達確認要求フレームのいずれかと、宛先端末に対してピギーバック送信を許可する送信許可フレームとがアグリゲートされた物理フレームを構築するステップと、

前記物理フレームを前記宛先端末に送信するステップとを含む通信方法。

【請求項20】

データフレーム、送達確認フレーム、及び送達確認要求フレームのいずれかと、宛先端末に対してピギーバック送信を許可する送信許可フレームとがアグリゲートされた第一の物理フレームを受信するステップと、

前記送信許可フレームに応じて、送達確認フレームと複数のデータフレームとがアグリゲートされた第二の物理フレームを送信するステップと、

前記データフレームに対する送達確認が受信されないことによるタイムアウトを検出するステップと、

前記タイムアウトが検出されたならば、前記第一の物理フレームに対する送達確認フレームと前記第二の物理フレームのデータフレームについての送達確認要求フレームとがアグリゲートされた第三の物理フレーム、又は前記第一の物理フレームに対する送達確認フレームと再送に係る第二の物理フレームのデータフレームとがアグリゲートされた第四の物理フレームのいずれかを送信するステップとを含む通信方法。

【請求項21】

データフレーム、送達確認フレーム、及び送達確認要求フレームのいずれかと、遅延型ブロックACKに係るノーマルACKフレームの代わりに用いられ、宛先端末に対してピギーバック送信を許可する送信許可フレームとがアグリゲートされた物理フレームを構築するステップと、

前記物理フレームを宛先端末に送信するステップとを含む通信方法。

【請求項22】

データフレーム、送達確認フレーム、及び送達確認要求フレームのいずれかと、遅延型ブロックACKに係るノーマルACKフレームの代わりに用いられ、宛先端末に対してピギーバック送信を許可する送信許可フレームとがアグリゲートされた物理フレームを受信するステップと、

前記送信許可フレームに基づいて、前記遅延型ブロックACKに係るノーマルACKの通知を検知するステップとを含む通信方法。

【請求項23】

ピギーバック送信を許可するための送信許可フレームとデータフレームとが複数の宛先端末についてアグリゲートされた物理フレームを構築するステップと、

前記物理フレームを前記複数の宛先端末に対して送信するステップとを含み、

該宛先端末からの逆方向のデータを受信した後、部分応答の送信を遅延型にする旨の確認通知を、該宛先端末に対する送信許可フレームによって代替する通信方法。

【請求項24】

ピギーバック送信を許可するための送信許可フレームとデータフレームとが複数宛先毎についてアグリゲートされた物理フレームを受信するステップと、

前記物理フレームの送信元端末に対し、部分応答フレームにデータフレームをピギーバックして送信するステップと、

前記複数の宛先端末への物理フレームを送信した端末がその時点で所有している連続的な送信可能期間内に、再度、複数の宛先端末について複数のMACフレームをアグリゲートして送信するステップとを含み、

前記物理フレーム内に含まれる複数宛先制御情報が含む宛先情報を検査し、もし該物理フレームの受信端末のアドレスが含まれていなければ、ピギーバックして送信したデータフレームに対する部分応答への遅延型ポリシーの適用が失敗したと判断する通信方法。

【請求項25】

複数の宛先端末への複数の優先度のMACフレームがアグリゲートされた物理フレームを受信するステップと、

受信された物理フレームのMACフレームを優先度毎の受信バッファに格納するステップと、

宛先毎、優先度毎それぞれの先頭部分に制御情報フレームがアグリゲートされている前提において、該制御フレームに対する誤り計算結果が正常であり、かつ、該制御フレームに続くデータフレームも正常に受信していれば、該データフレームのシーケンス番号情報を用いて、前記受信バッファを管理するステップとを含む通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物理層のキャリアセンス情報とMAC層のキャリアセンス情報に基づいて媒体アクセス制御を行なう通信装置および通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

同一の媒体を共有して通信を行なう複数の通信装置がどのように媒体を利用して通信データを送信するかを決めるのが、媒体アクセス制御(MAC: Media Access Control)である。媒体アクセス制御は、同時に2つ以上の通信装置が同一の媒体を利用して通信データの送信を行なった結果、受信側の通信装置が通信データを分離できなくなる事象(衝突) 20
がなるべく少なくなり、一方、送信要求を持つ通信装置が存在するにもかかわらず媒体がいずれの通信装置によっても利用されない事象がなるべく少なくなるように、通信装置から媒体へのアクセスを制御するための技術である。

【0003】

しかし、特に無線通信においては、通信装置がデータを送信しながら同時に送信データをモニタすることは困難であることから、衝突検出を前提としない媒体アクセス制御(MAC)が必要である。無線LANの代表的な技術標準であるIEEE802.11はCSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)を採用している。IEEE802.11のCSMA/CAでは、MACフレームのヘッダーに、該フレームに続く1つ以上のフレーム交換からなる一連のシーケンスが終了するまでの期間(Duration)が設定される。この期間において、該シーケンスに関係がなく送信権を持たない通信装置は、媒体の仮想的な占有状態を判断することにより、送信を待機する。したがって、衝突の発生が回避される。一方、該シーケンスで送信権を持つ通信装置は、実際に物理媒体が占有されている期間を除き、媒体は使用されていないものと認識する。IEEE802.11では、このようなMAC層の仮想キャリアセンスと、物理層の物理キャリアセンスとの組み合わせによって媒体の状態を判定し、媒体アクセスを制御する旨が規定されている。

【0004】

CSMA/CAを採用しているIEEE802.11は、これまで主として物理層プロトコルを変更することによって通信速度の高速化を図ってきた。2.4GHz帯についてはIEEE802.11(1997年、2Mbps)からIEEE802.11b(1999年、11Mbps)へ、そして 40
IEEE802.11g(2003年、54Mbps)へと変遷している。5GHz帯については、今のところIEEE802.11a(1999年、54Mbps)のみが標準として存在する。そして、2.4GHz帯および5GHz帯の両方で更なる高速化を目指す標準規格を策定するためにIEEE802.11 TGn(Task Group n)が既に設立されている。

【0005】

さらに、サービス品質(QoS: Quality of Service)向上のためのアクセス制御も幾つか知られている。例えば、指定された帯域幅や遅延時間などのパラメータを保証するQoSとして、従来のポーリング手順を拡張したHCCA(HCF Controlled Access; HCF コントロールド・アクセス)がある。HCCAでは、帯域幅や遅延時間などのパラメータを保証できるように、ポーリング手順において所要の品質を考慮したスケジューリングを 50

行う。特許文献2は、IEEE802.11e規格のQoSについて言及しており、無線ネットワークにおける通信装置間の通信に優先順位を付与する方法を開示する。

【特許文献1】米国特許第5329531号明細書

【特許文献2】特開2002-314546公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

通信速度の高速化の実現において既存の規格と同一の周波数帯を用いるのであれば、新たに提供される通信装置は、既存の規格に従う通信装置との共存が可能であって、後方互換性も維持されることが好ましい。したがって、MAC層のプロトコルは基本的には既存の規格と整合するCSMA/CAに従うのが良いと考えられる。この場合、CSMA/CAに係わる時間的なパラメータ、例えばフレーム間の時間間隔(IFS: Interframe Space)やバックオフ期間を既存の規格と揃える必要がある。

10

【0007】

ここで、物理層に関して通信速度の高速化を図れたとしても、通信の実質的なスループットを向上できないという問題点がある。すなわち、物理層の高速化が実現された場合、PHYフレームのフォーマットはもはや効率的ではなくなり、このことに起因するオーバーヘッドがスループットの向上を阻害すると考えられる。PHYフレームにおいて、CSMA/CAに係わる時間的なパラメータはMACフレームに固定的に付随している。また、PHYフレームヘッダーは各MACフレーム毎にそれぞれ必要である。

20

【0008】

オーバーヘッドを削減してスループットを向上させる方法の一つとして、最近のdraft IEEE802.11e draft 5.0 (IEEE802.11のQoS強化)で導入されたBlock ACKがある。これを用いれば、バックオフ無しで複数のMACフレームを連続的に送信できるため、バックオフの量は削減できるが、物理層のヘッダーは削減されない。また、初期のdraft IEEE802.11eで導入されたアグリゲーションによれば、バックオフ量と物理層ヘッダーのいずれも削減可能だが、従来の物理層の制約によりMACフレームが含まれる物理層のフレームの長さを約4k byte以上にはできないため、効率の向上には大きな制約がある。仮に物理層のフレームを長くできたとしても、エラー耐性が低下するという問題が生じる。

【0009】

30

本発明はかかる問題を解決すべくなされたものであり、既存の装置との共存が可能であって、しかもフレームフォーマットの効率化により複数のフレームを送信することに伴うオーバーヘッドを解消して通信の実質的なスループットを向上できる通信装置および通信方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一観点に係る通信装置は、データフレーム、送達確認フレーム、及び送達確認要求フレームのいずれかと、宛先端末に対してビジーバック送信を許可する送信許可フレームとがアグリゲートされた物理フレームを構築する手段と、前記物理フレームを前記宛先端末に送信する手段とを具備する通信装置である。前記ビジーバック送信は、送達確認フレームと少なくとも一つのMACフレームとがアグリゲートされた物理フレームを前記宛先端末から送信元に送信することである。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、フレームフォーマットの効率化により複数のフレームを送信することに伴うオーバーヘッドを解消して通信の実質的なスループットを向上できる通信装置および通信方法を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

図1は本発明の第一の実施形態に係る通信装置の構成を示すブロック図である。この通

50

信装置 1 は無線リンクを介して他の通信装置と通信する装置であり、物理層、M A C 層、およびリンク層のそれぞれに相当する処理ユニット 2、3、4 を有する。これら処理ユニットは実装に応じてアナログ又はデジタルの電子回路として、あるいは L S I に組み込まれた C P U により実行されるファームウェア等として実現される。物理層の処理ユニット（以下、「処理ユニット」の表記を省略）2 にはアンテナ 5 が接続されている。M A C 層 3 は M A C フレームのアグリゲーション（集約）処理部 6 を有する。このアグリゲーション処理部 6 は、キャリアセンス制御部 7 と、再送制御部 8 とを備え、後に詳しく説明するブロック ACK（複数の M A C フレームに対する送達確認）フレームの送受信及びブロック ACK フレームに基づく再送制御等を行う。

【0013】

物理層 2 は、二種類の物理層プロトコルに対応可能に構成される。それぞれのプロトコル処理のために、物理層 2 は第一種の物理層プロトコル処理部 9 および第二種の物理層プロトコル処理部 10 を有する。なお、実装では第一種の物理層プロトコル処理部 9 と第二種の物理層プロトコル処理部 10 との間で回路の共用などがしばしば行なわれるため、これらは必ずしも独立して存在するわけではない。

【0014】

本発明の実施形態では、第一種の物理層プロトコルは IEEE802.11a に規定されるプロトコルとし、第二種の物理層プロトコルは送信側と受信側とでそれぞれ複数のアンテナを用いる、いわゆる M I M O (Multiple Input Multiple Output) によるプロトコルと仮定する。周波数帯域を同一に保ってもアンテナの数にほぼ比例した伝送容量の増加が見込めることから、M I M O は IEEE802.11 の更なる高スループット化を目指すために利用可能な技術の一つである。リンク層 4 に関しては、IEEE802 で規定される通常のリンク層機能を有するものとする。伝送レートを向上するために採用する技術は M I M O に限定されない。例えば、周波数占有帯域を増やすような方法、およびそれと M I M O の組み合わせでも構わない。

【0015】

IEEE802.11e Draft 8.0 によれば、MAC (媒体アクセス制御; Media Access Control) 層の伝送効率を改善するための技術として、ブロック ACK (Block ACK) が提案されている。ブロック ACK では、端末が、あるチャネル使用期間 (TXOP: Transmission Opportunity) の間、QoS (Quality of Service) データを SIFS (Short Inter Frame Space) とよばれる最小フレーム間隔で送信し、その後、受信端末に対し、過去の受信履歴状況を要求するためにブロック ACK 要求 (Block ACK Request) を任意のタイミングで送信する。受信側では、ブロック ACK 要求の定める始点シーケンス番号を元に、過去の受信ステータス状況をビットマップ形式に変換し、ブロック ACK (Block ACK) として応答する。

【0016】

本発明の実施形態の詳細を説明する前に、ブロック ACK 及びブロック ACK の受信側端末におけるバッファ管理の既存技術について説明する。IEEE802.11e Draft 10.0 によれば、MAC (Media Access Control) 層の伝送効率を改善するための技術として、ブロック ACK (Block ACK) が知られている。ブロック ACK では、端末があるチャネル使用期間 (TXOP: Transmission Opportunity) の間、QoS (Quality of Service) データを SIFS (Short Inter Frame Space) とよばれる最小フレーム間隔で送信し、その後、受信端末に対し、過去の受信履歴状況を要求するためにブロック ACK 要求 (Block ACK Request) を任意のタイミングで送信する。受信側では、ブロック ACK 要求の定める始点シーケンス番号に従い、過去の受信ステータス状況をビットマップ形式に変換し、ブロック ACK (Block ACK) として応答する。

【0017】

図 2 及び図 3 は、IEEE802.11e Draft 10.0 で規定されているブロック ACK 要求フレーム及びブロック ACK フレームのフォーマットをそれぞれ示したものである。図 2 及び図 3 に示されるフレームはそれぞれ MAC フレームであり、IEEE802.11 で規定されている MAC ヘッダーを有する。該 MAC ヘッダーは、Frame Control (フレーム制御) フィールド、Duration (期間) フィールド、Receiver Address (宛先アドレス)、Transmitter Address (送信元アドレス) から構成されている。

【0018】

BAR Control(Block ACK Request Control)20は、4ビットのTID(Traffic Identifier: 優先度識別子)フィールドを有する。QoSデータは優先度(TID)毎に存在し、それぞれに独自のシーケンス番号、及びフラグメント番号が割り当てられることから、図3のブロックACKにおける受信ステータスについても、これを優先度毎に用意する必要がある。ブロックACK要求のBAR Control20のTIDフィールドは、このような優先度を指定するために用いられる。

【0019】

図2のブロックACK要求のBlock ACK Starting Sequence Control21は、4ビットのフラグメント番号フィールド、及び12ビットのStarting Sequence Number(始点シーケンス番号)フィールドから構成される。Starting Sequence Numberは、受信端末が過去の受信履歴を遡り、Starting Sequence Numberに対応するシーケンス番号からの相対的な受信ステータスに基づいてブロックACKを作成するために用いられる。

【0020】

図3のブロックACKのBA Control30は、図2のBAR Control20と同様に、4ビットのTIDフィールドを含む。Block ACK Starting Sequence Control(ブロックACK始点シーケンス番号)31は、該ブロックACK中のBlock ACK Bitmap32の示す受信ステータスの始点シーケンス番号を示す。IEEE802.11e Draft 10.0によれば、Block ACK Bitmapのサイズは1024ビットの固定長であり、これにより最大64MSDU(MAC Size Data Unit)のデータに対する受信履歴を通知することが可能である。1MSDUは、最大で16個のフラグメント(分割)化されたMPDU(MAC Protocol Data Unit)を含む。尚、図2及び図3のそれぞれのMACフレームには、誤り検査のためのFCS(Frame Check Sequence)が付加される。

【0021】

図4及び図5はHCCA(Hybrid coordination function Controlled Channel Access)におけるブロックACKのシーケンス例を示している。図に示されるHC(Hybrid Coordinator)は、IEEE802.11eにおけるQoSアクセスポイント(QoS-AP)であり、スケジューリングの主体となって、QoS端末(QSTA: QoS Station)へのチャネル使用期間(TXOP)の付与、ダウンリンク(HCからQSTAへの下り方向)伝送を行う。QSTAへのTXOPの付与は、HCからのQoS CF-Pollフレーム(QoS Contention Free-Poll: HCがQSTAに送信を許可するために送信するQoS対応ポーリングフレーム)に基づいて行われる。

【0022】

図4において、まずHCがQSTA1に対し、QoS CF-Pollフレーム40を送信することでチャネル使用期間(TXOP1)を与える。QSTAはTXOPの間、任意のフレームを送信することが可能である。図4の例では、QSTA2にQoSデータフレーム41をSIFS間隔でパースト的に送信し、その最後にブロックACK要求フレーム42を送信した後、QSTA2からのブロックACKフレーム43を受信している。QSTA1のTXOP期間が終了すると、次にHCがTXOP期間2を獲得し、TXOP期間2において、QSTA1に対しQoSデータ44をやはりパースト的に送信している。TXOP期間2の最後には、QSTA1のTXOP期間1と同様に、ブロックACK要求45をHCが送信し、HCはQSTA1からのブロックACK46を受信している。ブロックACK要求42、45は、Block ACK Starting Sequence Controlで指定される相対的な受信ステータスを宛先に要求する。図4は、即時型ブロックACK(Immediate Block ACK)の例であり、この場合、ブロックACK要求42、45を受信した端末はSIFS期間後に必ずブロックACK43、46を応答しなくてはならない。

【0023】

一方、図5は、遅延型ブロックACK(Delayed Block ACK)の例を示している。ブロックACK要求50を受信した端末は、まずIEEE802.11のACK(IEEE802.11e Draft 10.0ではノーマルACKと呼ばれている)51を返し、任意の期間後にブロックACK52を送信する。ブロックACK52を最後に受け取ったデータ送信端末は、ノーマルACK53を返信することで遅延型ブロックACKの一連のシーケンスが完了する。尚、ブロックACK対象のQoSデータは、従来のMACヘッダーに対しIEEE802.11e用に拡張されたQoS Control field中の、Ack Policy

フィールドを用いて受信側に通知される。Ack Policyフィールドでは、IEEE802.11の通常のACKであるノーマルACK(Normal ACK)、IEEE802.11eのブロックACK(Block ACK)、更にACKを必要としないノーマルACK(No ACK)方式などを指定することが可能である。

【0024】

本発明の実施形態は、単一のPPDU(PHY Protocol Data Unit)について、PSDU(PHY Service Data Unit)内に複数のMPDU(MAC Protocol Data Unit)をアグリゲートして送信する通信装置に関する。なお、PPDUはPHYフレーム及びPSDUを内部に含んだ物理フレームに相当する。また、MPDUはMACヘッダー及びMSDU(MAC Service Data Unit)を内部に含んだMACフレームに相当する。

【0025】

無線LANでハイスループットを達成するには、フレーム間隔やバックオフ期間といったMAC層のオーバーヘッド、及び物理層のオーバーヘッドを削減する必要がある。図6及び図7に示すように、複数のMPDUを1つのPSDU(Physical layer convergence protocol Size Data Unit)にアグリゲートして送信することで、これらのオーバーヘッドを削減することが可能である。図6の例では、複数のMPDUをアグリゲートしたPSDU60の先頭部分に、MACヘッダーからFCSまでを含むMPDUの長さをオクテット単位で示すヘッダー情報61が存在する。以後、このヘッダー情報61を「MACスーパーフレームヘッダー」と呼ぶ。MACスーパーフレームヘッダー61には、該ヘッダー61自体の誤りを検出するためのCRC(Cyclic Redundancy Check)62を付加する。MPDUが存在しない部分のMPDU長フィールドには0を記載する。また、MACスーパーフレームヘッダー61が誤っていれば、全てのMPDUの受信に失敗したとみなす。

【0026】

図7は、PSDU70内にアグリゲートされた各MPDUの前方に、後続するMPDUの長さを示す情報が存在する。更に、MPDU長情報の誤りを検出するためのCRCが付加され、これらMPDU長情報及びCRCを併せて、「MPDUセパレーション」と呼ぶ。図7の構成の物理フレームを受信した端末は、まず先頭のMPDUセパレーション71のCRCを検査する。先頭のMPDUセパレーション71を正常に受信していれば、後続するMPDUを切り出してFCSの計算を行なう。FCSの結果が正常であれば、該MPDUを正常に受信したと判断する。FCSの結果が異常であれば、該MPDUの受信に失敗したとみなし、MPDUセパレーション71のMPDU長が示す分だけスキップし、次のMPDUセパレーション72のCRCを検査する。このように、MPDUセパレーションが誤っていた場合、連続的にオクテット単位でスキップしてCRC検査を行い、その結果が正常であれば、そのMPDUセパレーションに後続するMPDUに対するFCSを計算し、正常に受信できたかどうかの判断をする。

【0027】

本発明の実施形態において、複数のMPDUがアグリゲートされた物理フレームに対する部分応答には、IEEE802.11eのブロックACKフレームを拡張したものを利用することとする。図8に、拡張したブロックACKのフレーム構成を示す。IEEE802.11e Draft 10.0によれば、ブロックACKフレームは、フラグメント化を考慮して、1024ビットの固定長のビットマップを持つ。フラグメントは一般にオーバーヘッドが大きいことから、ハイスループットを達成するには、MSDUをフラグメント化しないことが望ましい。図8の拡張したブロックACKフレームは、フラグメント化を行なわない前提で、64MSDUに対応するBlock ACK Bitmap80を用意する。Block ACK Bitmap80は、従来のブロックACKフレームに比べ、16分の1のサイズに圧縮することが可能である。以後、圧縮されたBlock ACK Bitmap80を有するブロックACKのことを、「圧縮ブロックACK」と呼ぶことにする。尚、圧縮ブロックACKのBlock ACK Bitmap80は、1つの物理フレームにアグリゲートされたMPDUの数に応じて可変長としても良い。

【0028】

図9に、複数MPDUをアグリゲートして送信する例を示す。本発明の実施形態において、複数のMPDUがアグリゲートされた物理フレームを受信した端末(STA及びHC)は、該物理フレーム内にブロックACK要求が含まれていなくても、最小フレーム間隔であるSIFS後に

圧縮ブロックACKを送信元に返信する。例えば、まずHCは、QoS CF-Pollフレーム90をQSTA1に送信することにより、QSTA1に対してTXOP期間1を与える。TXOP期間1において、QSTA1は、シーケンス番号「1」～「3」のMPDUがアグリゲートされた物理フレーム91をQSTA2に対して送信し、QSTA2は物理フレーム93内のMPDUの受信状況をSIFS後に圧縮ブロックACK92としてQSTA1に返信している。続くTXOP期間2においては、HCが物理フレーム93をQSTA1に対して送信し、QSTA1は物理フレーム93内のMPDUの受信状況を圧縮ブロックACK94としてSIFS後にHCに返信している。また、TXOP期間3においては、HCはQoS CF-Pollフレーム97をQSTA2に送信し、QSTA2に対してTXOP期間3を与えている。QSTA2は、物理フレーム95をHCに対して送信し、HCは物理フレーム95内のMPDUの受信状況をSIFS後に圧縮ブロックACK96としてQSTA2に返信している。ここで、本発明の実施形態においては、ブロックACK要求を物理フレーム内に含まなくとも圧縮ブロックACKの返信を可能としているが、従来のIEEE802.11e Draft 10.0のように、ブロックACK要求フレームを物理フレームの最後にアグリゲートして送信し、受信側ではブロックACK要求フレームの示す情報に従って、圧縮ブロックACKを返信することとしてもよい。

【0029】

複数MPDUをアグリゲートして送信し、以上のような圧縮ブロックACKによるセレクトティブ・リピート型の再送制御を行なうことで、MAC効率を高めることができる。

【0030】

(第一の実施形態)

そして本発明の第一の実施形態は、複数のMPDUをアグリゲートした後、宛先からの部分応答フレームに逆方向のMPDUをピギーバックする（便乗させる）ことで、MAC効率を高める。また、IEEE802.11e Draft 10.0で規定されている、即時型ブロックACK、及び遅延型ブロックACKに対する適用方法を併せて説明する。

【0031】

具体的には、第一実施形態の通信装置は、即時型ブロックACK伝送において、ブロックACKフレームに少なくとも一つのデータフレームをピギーバックする。このため、データ送信開始側で、宛先に対し複数データをピギーバックすることを許可する送信許可フレームをデータフレーム、ブロックACK要求フレーム、又はブロックACKフレームのいずれかにアグリゲートして送信する。このような第一実施形態の通信装置は、送信側端末として動作する際に、宛先から返信された物理フレームの内部を検索し、ブロックACKフレームが含まれていなければ、タイムアウトが発生したとみなす。一方、受信側では、ブロックACKに関するタイムアウトが発生した場合、次のピギーバック可能期間に、前回送信した全てのデータフレームを再送対象として送信する方法と、代わりにブロックACK要求をピギーバックする方法とのどちらかを選択する。

【0032】

宛先からの部分応答フレームに逆方向（宛先から送信元へ）の複数MPDUをピギーバックすることで、MAC効率を高めることが可能であるが、本来、IEEE802.11e Draft 10.0の規定によると、TXOPを獲得したデータ送信端末に対し、宛先端末はデータフレームに対する応答フレームを返信するなどしかできない。そこで、宛先端末に対し、ピギーバック送信を可能にするために、送信許可を与えるフレームを図10のような構成の場合で考える。

【0033】

データ送信元を始点端末と考えることで、この図10のフレーム100を「IAC(Initiator Aggregation Control)フレーム」と呼ぶことにする。図10に示すように、IACフレーム100は、Frame Control(フレーム制御)フィールド、Duration(期間)フィールド、Receiver Address(宛先アドレス)、およびTransmitter Address(送信元アドレス)からなるIEEE802.11で規定されているものと同じのMACヘッダーを有する。

【0034】

MACヘッダーに続くIAC Maskフィールド101は、当該IACフレーム100の用途(RTS、MIMOフィードバック、ピギーバック送信許可)をビットマップ形式で指定する。Next PPDU(PLCP Protocol Data Unit) Sizeフィールド102は、送信元が該TXOP期間内で次に送

信する物理フレームの長さをオクテット単位で示す。Next PPDU Default MCSフィールド103は、Next PPDU Size102で指定された物理フレームを送信する際の物理伝送レートを表す。Reverse Direction Limitフィールド104、Reverse Direction Grantフィールド105、及びResponse Period Offsetフィールド106は、宛先に対してピギーバックに必要な送信許可時間を付与する目的で設けられる。宛先に対してピギーバックのための送信時間を付与する場合は、送信元端末が現在保持しているTXOP期間の中から任意の時間を切り取る。送信元が与えられたTXOP期間自体を延長することは許されない。RDTID(Reverse Direction Traffic Identifier)フィールド107は、ピギーバック対象のTIDを指定する。MCS Feedbackフィールド108は、伝播路環境に応じた伝送レート設定(リンクアダプテーション)のために使用する。IACフレーム100の末尾には、IEEE802.11の規定に従って4オクテットのFCSが付加される。 10

【0035】

図11は、IACフレームを用いる場合の、複数MPDUのアグリゲーションと宛先に対するピギーバックの許可の様子を示す図である。この図11に示す例は、HCCAの場合のフレームシーケンスであるが、本発明はコンテンションベースのQoSアクセス制御方式であるEDCA(Enhanced Distributed Channel Access)にも適用可能である。図11において、TXOP期間1を得たHCは、QSTA1に対するIACフレーム110とシーケンス番号「1」～「4」の複数データフレーム111とがアグリゲートされた物理フレーム112を送信する。QSTA1は、物理フレーム112を受信すると、SIFS期間後に圧縮ブロックACK113を返信することになるが、IACフレーム110によりピギーバック送信が許可されているため、QSTA1は、自身のHCに対するアップリンク方向のデータ114がアグリゲートされた物理フレーム115を送信する。QSTA1がHCへの圧縮ブロックACKにピギーバック可能なMPDUの数は、HCより付与されたReverse Direction LimitあるいはReverse Direction Grantの時間の範囲内で決定する。Reverse Direction LimitあるいはReverse Direction Grantは、HCのTXOP期間1の範囲内で調整する。QSTA1が圧縮ブロックACK113とアップリンク方向のシーケンス番号「1」～「4」のデータ114とがアグリゲートされた物理フレーム115を送信すると、SIFS後にHCはQSTA1のデータ114に対する圧縮ブロックACK116を返信してTXOP期間1を終了する。TXOP期間2では、HCからQSTA2に対し、IACフレーム117とシーケンス番号「1001」～「1004」のデータフレーム118とがアグリゲートされた物理フレーム119を送信している。QSTA2では、HCへのアップリンク方向のデータ、すなわちピギーバックするためのデータが存在しなければ、Reverse Direction Grant(あるいはReverse Direction Limit)が与えられていれも、HCのデータに対する圧縮ブロックACKのみを返信する。尚、図11において、2つのTXOP期間の間はPIFS(PCF Inter Frame Space)だけ隔てられている。 20 30

【0036】

このような第一の実施形態によれば、IACフレームにより宛先端末に対し意図的にピギーバック送信を許可できる。そして、ピギーバック送信の許可を得た宛先端末がデータフレーム等をピギーバック送信することにより、MAC効率を向上できる。

【0037】

以下、図12～図23を参照し、物理フレームに誤りが生じた場合のシーケンス例をいくつか説明する。 40

【0038】

図12及び図13は、HCがIACフレーム121とシーケンス番号「1」～「4」の複数データフレーム122がアグリゲートされた物理フレーム123をQSTA1に送信した後、SIFS後にキャリアセンスでビジー124を検出したが、FCS計算の結果、全てのMPDUが誤っていた場合のシーケンス例である。

【0039】

尚、IEEE802.11の規定によると、ある一定の値よりも大きい電力を検知した場合、無線チャネルは使用中(ビジー)であるとみなす。また、IEEE802.11e Draft 10.0の規定によると、HCCAによるチャネルアクセス時において、HCがQoS CF-Pollフレームを送信してからS 50

IFS後にビジーを検知したが、FCS計算の結果、受信フレームが誤っていた場合には、チャンネルが未使用(アイドル)状態になってからPIFS後に、TXOP期間を再度獲得できるようQoS CF-Pollフレームを再送する。一方、HCがデータフレームの送信後にビジーを検出し、FCS検査が誤っていた場合に、該HCはSIFS後にデータフレームを再送する。ポールフレーム送信の場合ではTXOP期間を正しく獲得できたか否かが不明であるが、データフレーム送信の場合では、送信元は既にTXOP期間を獲得しているために、SIFS後に任意のフレームの送信が可能である。

【0040】

図12及び図13の場合では、QSTA1からHC方向への圧縮ブロックACK(およびビジーバックされたデータ)が存在し、HCにおいてそれら全てのMPDUがFCS計算で誤ったならば、該HCにおいて圧縮ブロックACKを受信するまでの時間をカウントするタイマーがタイムアウトすることになる。HCは、このタイムアウトにより圧縮ブロックACKを受信できなかったことを検知し、無線チャンネルがアイドルになってからSIFS後に(明示的な)ブロックACK要求を送信する。HCがこのブロックACK要求を送信できるのは、該HCはビジーバックの開始側であって、TXOPを獲得しているものと解釈できるからである。該ブロックACK要求のBlock ACK Starting Sequence Controlには、送信した先頭MPDUのシーケンス番号「1」が指定される。図12の例では、HCがブロックACK要求125を送信する際に、IACフレームは同一物理フレームにアグリゲートされていない。このためQSTA1は前回受信したHCからのデータに対する送達確認を圧縮ブロックACK126によって返信するのみにとどまる。なぜなら、IACフレームが存在しないために、QSTA1からのビジーバック送信は許可されていないからである。

【0041】

第一の実施形態に係る通信装置は、送信端末として動作する際に、宛先端末に対し、部分応答フレームに複数MPDUをアグリゲートして返信することを許可するためのフレーム、すなわちIACフレームを送信するか否かを、該送信端末に与えられたチャンネル使用期間(すなわちTXOP)の残期間に応じて決定する。

【0042】

図12に示すように、HCがQSTA1からの圧縮ブロックACK126を受信した後、HCのTXOP期間1が終了し、PIFS時間後に次のTXOP期間2が開始する。TXOP期間2において、HCはQSTA2に対し、IACフレーム127とシーケンス番号「1001」～「1004」のデータフレーム128とがアグリゲートされた物理フレーム129を送信している。

【0043】

これに対し図13に示す例は、HCが保持するTXOP期間1に余裕がある場合であり、HCはIACフレーム130とブロックACK要求131とがアグリゲートされた物理フレーム132を送信することによりQSTA1に対してビジーバック送信を許可する。この物理フレーム132を受信したQSTA1は、IACフレーム130によりビジーバック送信が許可され、HCに対するアップリンク方向のデータフレーム134を圧縮ブロックACK(HCが最初に送信したシーケンス番号「1」～「4」のMPDUに対応)133にビジーバックして送信することができる。HCは、QSTA1からのデータフレーム134に対する圧縮ブロックACK136をSIFS後に送信した後、TXOP期間1を終了している。

【0044】

したがって、TXOPを獲得している側のスケジューリング状況に応じて、宛先端末に対し、ビジーバックの許可、不許可を選択的に制御することができる。

【0045】

図14は、QSTAからHCに対するアップリンク方向の送信時に、アグリゲートされた複数MPDUが部分的に誤った場合の例を示している。まずHCは、IACフレーム140とシーケンス番号「1」～「4」のデータフレーム141とを1つの物理フレーム142にアグリゲートしてQSTA1に送信する。そのSIFS後に、QSTA1はHCからのデータフレーム141に対する圧縮ブロックACK143にHCへのアップリンク方向の複数データをビジーバックして送信する。図14の例では、QSTA1からの圧縮ブロックACKとシーケンス番号「4」のMPDU14

4がFCS計算の結果、誤っていた場合を表している。

【0046】

第一の実施形態では、複数MPDUをアグリゲートして送信した後、SIFS後にチャネルがビジーを検出しても、ビジーの要因となった物理フレーム内に正常な圧縮ブロックACKが存在しない場合、送信したMPDUはリカバリーの対象とみなす。このため、IEEE802.11e Draft 10.0の規定に従い、ブロックACK要求を送信し、宛先からのブロックACKの再送を促す必要がある。

【0047】

図14の例によると、HCがQSTA1に送信したシーケンス番号「1」～「4」のMPDU141に対する圧縮ブロックACKをHCが受信できていない。そこでHCは、TXOP期間1の範囲の中であれば、QSTA1からのアップリンク方向のデータ(シーケンス番号「1」～「4」)に対する圧縮ブロックACK146にブロックACK要求147をアグリゲート(ピギーバック)し、これによりブロックACKの再送をQSTA1に対して要求し、更にQSTA1に対して送信を許可するためのIACフレーム145を同一物理フレーム148にアグリゲートして送信する。そのSIFS後に、QSTA1は、前回送信した圧縮ブロックACKの内容をそのまま(鸚鵡返しの)送信し、IACフレーム内のReverse Direction Grant(あるいはReverse Direction Limit)情報に基づいてアップリンク方向のデータをピギーバックする。図14では、シーケンス番号「4」のMPDU150がHCからの圧縮ブロックACK146によって送信に失敗したことが検出されており、このMPDU150を再送用として、HCへの圧縮ブロックACK149にピギーバックする。その後、HCはQSTA1から再送されたシーケンス番号「4」のMPDU150に対する圧縮ブロックACK151を送信し、TXOP期間1を終了する。

【0048】

ここで、HCが獲得したTXOP期間1が短く、QSTA1からのフレーム送信を促す時間的余裕が無ければ、ブロックACK要求をアグリゲートせず、圧縮ブロックACKのみを送信してTXOP期間を終了することも可能である。

【0049】

また、宛先端末から返信される物理フレームの特定フレーム位置のエラー検出に基づいて、送達確認フレームの有無を判定してもよい、例えば、圧縮ブロックACKに複数データをピギーバックして応答する場合であって、かつ圧縮ブロックACKを必ず物理フレーム内の先頭部分にアグリゲートするなどの前提を送受信端末間で相互に認識している場合、先頭MPDUに対するFCS計算結果が誤りであれば、他の複数MPDUを検索せずに、部分応答フレームに対するタイムアウトの発生、すなわち圧縮ブロックACKの受信に失敗したとみなすことができる。

【0050】

図14の例のように、圧縮ブロックACKの他に、IACフレームがHCからの物理フレームの先頭にアグリゲートされている場合、先頭MPDUだけでなく、2番目のMPDUに対するFCSまで計算して、圧縮ブロックACKを正常に受信できたかどうかの判断を行なう。ここで、IACフレームが必ず物理フレーム内の先頭に、圧縮ブロックACKがそれ以降で一番前に(すなわち同物理フレーム内においてIACフレームの次に)アグリゲートされているとすれば、該物理フレームを受信した端末は、2番目のMPDUに対するFCS計算の結果が誤りであれば、圧縮ブロックACKの受信に失敗したとみなす。すなわち、圧縮ブロックACKをアグリゲートする位置を予め送受信端末間で認識していれば、該部分に対するFCS計算の結果を、圧縮ブロックACKの受信成功、失敗の判断材料とすることができる。

【0051】

図15及び図16は、HCからQSTAに対するダウンリンク方向の物理フレーム内のMPDUに誤りが発生した場合の再送例を示している。HCがIACフレームとシーケンス番号「1」～「4」の複数MPDUをアグリゲートして送信し、シーケンス番号「1」と「4」のMPDU152, 153が誤っていたとする。物理フレーム受信からSIFS後に、QSTA1はHCのシーケンス番号「1」と「4」のMPDUが誤っていたことを示す圧縮ブロックACK154に、QSTA1からHCに対するアップリンク方向のデータ(シーケンス番号「1」～「4」)155をピギーバックし

て送信する。HCはQSTA1からの物理フレーム受信からSIFS後に、アップリンク方向のデータに対する圧縮ブロックACK 1 5 6を送信してTXOP期間1を終了する。そして、PIFSの間キャリアセンスを行なって無線チャネルがアイドルであれば、次のTXOP期間2を獲得し、IACフレーム 1 5 7と再送の対象となったシーケンス番号「1」と「4」のデータフレーム 1 5 8とをアグリゲートして送信する。QSTA1はSIFS後に、HCが再送したシーケンス番号「1」及び「4」を正常に受信したことを示す圧縮ブロックACK 1 5 9を送信し、TXOP期間2が終了している。HCからQSTA2にデータを送信するための次のTXOP期間3は、PIFSのキャリアセンスを行なった後、獲得されている。ここで、図 1 6 に示すように、HCに与えられたTXOP期間1に余裕があれば、QSTA1からHCへのアップリンク方向の複数データフレーム 1 5 5 に対する圧縮ブロックACK 1 5 6と共に、HCからQSTA1へのダウンリンク方向の再送用データフレーム 1 6 0 及びIACフレーム 1 6 1 をアグリゲートして送信することも可能である。この場合、図 1 5 の例に比べてMAC効率が更に高くなっている。

10

【0052】

図 1 7 及び図 1 8 は、ダウンリンク及びアップリンク双方の物理フレーム内のMPDUに誤りが発生した場合の再送例を示している。図 1 7 において、HCはQSTA1に対するダウンリンク方向に、IACフレームとシーケンス番号「1」～「4」のデータフレームをアグリゲートして送信する。そして、シーケンス番号「1」と「4」が誤っていたとする。QSTA1は、HCからの物理フレームを受信してからSIFS後に、HCからのデータフレームに対する圧縮ブロックACK 1 7 0 にHCへのアップリンク方向のシーケンス番号「1」～「4」のデータフレーム 1 7 1 をピギーバックして送信する。図 1 7 はHCへのアップリンクの複数MPDUの中で、シーケンス番号「2」と「3」の部分がFCS計算の結果、誤っていたことを表している。

20

【0053】

図 1 7 のTXOP期間1は短く、誤ったMPDUを再送する余裕がないため、HCはQSTA1からのアップリンク方向のデータに対する圧縮ブロックACK 1 7 2を送信してTXOPを終了している。図 1 7 において、PIFS後にHCが再度TXOP期間を獲得(TXOP期間2)すると、IACフレーム 1 7 3と再送対象のシーケンス番号「1」「4」のMPDU 1 7 4をアグリゲートしてQSTA1に送信する。QSTA1は、HCからのダウンリンクのデータに対する送達確認を圧縮ブロックACK 1 7 5として送信し、IAC 1 7 3で付与された送信許可時間の範囲内で、再送用のMPDUをピギーバックする。図 1 7 において、QSTA1は、再送用のシーケンス番号「2」「3」のMPDUに加え、新しいシーケンス番号「5」のMPDUをHCへの圧縮ブロックACK 1 7 5にピギーバックしている。その後、HCがQSTA1からのデータに対する圧縮ブロックACK 1 7 6を送信し、TXOP期間2を終了する。

30

【0054】

図 1 8 の例では、HCが保持するTXOP期間1が比較的長く、QSTA1からのアップリンクデータを受信してからSIFS後に、IACフレーム 1 8 0と圧縮ブロックACK 1 8 1、及び再送の必要なシーケンス番号「1」「4」のデータフレーム 1 8 2をアグリゲートして送信している。QSTA1は、「1」「4」に対する圧縮ブロックACK 1 8 3に、再送の必要なシーケンス番号「2」「3」と新しいシーケンス番号「5」のMPDU 1 8 4をピギーバックして送信している。最後に、HCがQSTA1に対して圧縮ブロックACK 1 8 5を返信し、TXOP期間1を終えている。ここで、無線チャネル上の誤り率が高く、ダウンリンク、アップリンク双方の間で再送が度重なると、データ送信の公平性が損なわれる可能性がある。再送の品質を高めるため、連続的に送信可能なMPDU数の上限を総ウィンドウサイズとして定めたり、再送も含めた連続送信回数の上限を定めたり、HCのスケジューラ部の管理によって、IACのReverse Direction Grant(あるいはReverse Direction Limit)の値を調整したりする方法が考えられる。

40

【0055】

図 1 9 及び図 2 0 は、QSTAからHCへのアップリンク方向のデータが全て誤った場合の再送例を示している。図 1 9 において、HCはIACフレーム 1 9 0と、シーケンス番号「1」「2」のデータフレーム 1 9 1をアグリゲートして送信する。SIFS後、QSTA1はMPDUを正常に受信したことを通知するための圧縮ブロックACK 1 9 2に、アップリンク方向のシーケン

50

ス番号「1」「2」のデータフレーム193をビジーバックして送信する。この時、QSTA1からHCへのアップリンク方向のデータがFCS計算の結果全て誤っていた場合(図19ではシーケンス番号「1」「2」)、HCはQSTA1のデータの存在を知らないため、圧縮ブロックACKを作成せず、TXOP期間1が終了する。IEEE802.11e Draft 10.0の規定に従うならば、QSTA1は、HCに向けてデータフレームを送信した後、応答フレームを受信するためのタイマーをセットする。物理フレーム送信後、SIFS+1スロット時間内にビジーを検出すれば、タイマーをリセットし、受信したMACフレームに対するFCS計算を行なう。このスロット時間は、物理的な処理誤差を許容するために用いられ、物理伝送規格によって値も異なる。逆に、物理フレーム送信からSIFS+1スロット時間経過してもビジーを検出しなければ、送信したデータフレームをリカバリーの対象とみなす。無論、ビジーを検出してもMACフレームに対するFCS計算の結果が異常であれば、送信したデータフレームをリカバリーの対象とみなす。図19において、TXOP期間1を保有しているHCは、QSTA1からの圧縮ブロックACK192を受信し、PIFS経過してから次のTXOP期間2を獲得する。TXOP期間2では、HCはIACフレーム194とシーケンス番号「1001」「1002」のデータフレーム195をアグリゲートして送信する。TXOP期間2が開始した時点で、QSTA1はアップリンクに送信したシーケンス番号「1」「2」のMPDUをリカバリー対象とみなす。図19のTXOP期間2で、QSTA2からHCへのアップリンク方向のシーケンス番号「1」「2」のデータフレーム196の送信後に、SIFS+1スロット時間経過してもビジーの要因となる応答フレームの送信が行なわれていないため、これらのデータフレーム196をリカバリーの対象とする。HCがTXOP期間2を終了し、PIFS後に次のTXOP期間3を獲得する。TXOP期間3において、HCはQSTA1に対して、IACフレーム197と新しいシーケンス番号「3」「4」のデータフレーム198をアグリゲートして送信する。IACフレーム197により、QSTA1はシーケンス番号「3」「4」に対する圧縮ブロックACK199に、ブロックACK要求200をビジーバック可能となっている。IEEE802.11e Draft 10.0の規定によれば、即時型ブロックACK伝送を行う際、Ack PolicyがBlock ACKのQoSデータをSIFS間隔で送信した後、ブロックACK要求フレームを送信し、一定時間経過しても宛先からのブロックACKフレームを受信できなければ、ブロックACK要求フレームを再送する。図19の例では、QSTA1がHCへのアップリンク方向に送信したデータに対する圧縮ブロックACKを受信していないため、ブロックACK要求フレーム200をビジーバックして、HCからの圧縮ブロックACKフレームの送信を促す。SIFS後、HCはQSTA1に対するIACフレーム201と、ブロックACK要求200に対する圧縮ブロックACK202をアグリゲートして送信する。この圧縮ブロックACK202のBlock ACK Bitmapは、QSTA1からのデータでブロックACK要求フレーム200のBlock ACK Starting Sequence Control以降のMPDUを1つも正常に受信していないため、ビットマップは全て0の状態となっている。HCがIACフレームと圧縮ブロックACKを併せて送信することで、QSTA1は、送信に失敗した2つのMPDUの存在を確認すると共に、それらをHCに向けて再送する。

【0056】

図20に示すように、QSTA1がHCに送信したデータフレームにリカバリーの必要が生じた際、次の送信可能期間で、ブロックACK要求を送信する代わりに、直接データフレームのみを再送することも可能である。IEEE802.11e Draft 10.0の規定によれば、QoSデータには遅延許容時間が存在するため、図19に示すようにブロックACK要求を送信し、宛先からの圧縮ブロックACKを受信してからデータフレームを再送している余裕がないことがスケジューリング的に分かっている場合、図20に示すようにデータフレーム203を直接再送する。このような実施形態によれば、リカバリーが生じた際、ブロックACK要求を送信するか、全てのデータフレームを直接再送するかを選択的に用いることで、QoS要求を満たすだけでなく、MAC効率を高めることが可能である。

【0057】

また、図19に示すように、HCからQSTAにビジーバック許可が与えられた場合にリカバリー処理を行う方法だけでなく、EDCA期間におけるTXOP獲得時の最初、あるいはHCからのQoS CF-PollによるTXOP獲得時の最初に、リカバリー処理を行う方法を用いても実現可能である。尚、本発明の第一の実施形態では、TXOPを保有する主体がHCとなっているが、も

ちろん、QSTA1が完全にTXOPを獲得して、該期間内に任意のMACフレームを自由に送信する場合にも、ビジーバック手法の適用が可能であることは言うまでもない。

【0058】

また、図19のTXOP期間3では、HCがQSTA1に対し、圧縮ブロックACK202にIACフレーム201をアグリゲートしている。HCがTXOPを保有している場合、ビジーバックを行うためのスケジューリングの主体もHCにある。従って、遅延許容時間の観点から、QSTA1に直ちにデータフレームの再送を行わせたい場合、図19の例のようにIACフレーム201を圧縮ブロックACK202にアグリゲートする。図19の例では、QSTA1に対する圧縮ブロックACKフレーム202のBlock ACK Bitmapが全て0であるため、HC側ではQSTA1が再送処理を行う必要があることを認識する。ここで、QSTAに対する圧縮ブロックACKフレームのBlock ACK Bitmapにおいて、受信成功と受信失敗を示すビットが交互に並んでいる場合や、ブロックACK要求Block ACK Starting Sequence Controlと圧縮ブロックACKのBlock ACK Starting Sequence Controlの値が異なる場合(データ送信側では圧縮ブロックACKのBlock ACK Starting Sequence Controlよりも前のシーケンス番号のMPDUは全て送信に失敗したとみなす)も、HCはQSTA1が再送の必要があると認識する。その場合、HCのスケジューラ部の判断に応じて、QSTAにビジーバックを許可するためのIACフレームを送信する。あるいは、IACフレームで指定されたReverse Direction Grant(あるいはReverse Direction Limit)は、必ずしもQSTA側で全て消化する必要はないため、予めIACフレームを送信して、ビジーバックにおける再送用のマージンを与えることも可能である。

【0059】

図21及び図22は、HCからのダウンリンクにアグリゲートして送信した全てのMPDUが誤っていた場合の再送例を示している。図21では、HCがIACフレーム210とシーケンス番号「1」～「4」のデータフレーム211をアグリゲートしてQSTA1に送信している。そして、無線チャネル上の衝突や、高いビット誤り率などを要因として、IACフレームを含む全てのMPDUが誤ったとする。その場合、QSTA1はHCが送信した物理フレーム内のMPDUを全く理解できず、自分宛のMPDUが含まれているかどうかの判断もできない。そのため、HCがIACフレームを送信しても、QSTA1はアップリンク方向のデータを送信しない。IEEE802.11e Draft 10.0の規定によれば、HCCAによるチャネルアクセスを行なっている際、HCがあるTXOP期間の一番初めのフレーム(データ、あるいはQoS CF-Poll)を送信しても、宛先からの反応がない場合、PIFSのキャリアセンスを行なった後、再度フレームを送信することが定められている。従って、図21の例では、PIFS後にTXOP期間2を獲得し、QSTAに対してNAVを張らせる目的も含めたブロックACK要求212を送信する。更に、図21の例では、ブロックACK要求212にIACフレーム213をアグリゲートしている。これにより、QSTA1は、TXOP期間1において受信に失敗したシーケンス番号「1」～「4」のMPDUに対する圧縮ブロックACKフレーム214に、HCへのアップリンク方向の複数データ215をビジーバックする。図21では、HCがQSTA1に対する圧縮ブロックACK216を送信してTXOP期間2を終了している。尚、図21において、QSTA1がTXOP期間2でHCに対して送信する圧縮ブロックACK214のBlock ACK Bitmapは、全てのMPDUを受信失敗したことを表すために、全て0で埋められている。あるいは、図22の例のように、HCからのダウンリンクのデータ送信が全て誤っていた場合、PIFS後にブロックACK要求220のみを送信する。このブロックACK要求フレーム220には、IACフレームがアグリゲートされていないため、QSTA1は圧縮ブロックACK221を送信するのみにとどまる。TXOP期間2が終了後、HCが獲得するTXOP期間3において、シーケンス番号「1」～「4」のデータフレーム222が再送されることになる。すなわち、図21の例の場合に比べ、ダウンリンクのデータの再送タイミングを早めることができる。従って、HCのスケジューリング処理部は、遅延許容時間などを考慮し、IACフレームをQSTAに送信するか否かを判断することで、MAC効率を高めることが可能である。

【0060】

本発明の第一の実施形態においては、ブロックACK要求を含まず複数のデータを1つの物理フレームにアグリゲートして送信し、該物理フレームを受信した端末は、SIFS後にMPDU

の受信ステータスを圧縮ブロックACKとして応答する。ここで、図23に示すように、複数データをアグリゲートした物理フレームの最後にブロックACK要求を含む場合にも、本発明は適用可能である。基本的な動作は、ブロックACK要求を含まない場合と同一であるが、図23を用いて再送例を示す。

【0061】

図23において、TXOP期間1を獲得したHCは、IACフレーム230とシーケンス番号「1」～「4」の複数データ231、及びBlock ACK Starting Sequence Controlが「1」のブロックACK要求フレーム232をアグリゲートして送信する。この時点で、シーケンス番号「1」「4」のデータ231、ブロックACK要求フレーム232がQSTA1で正常に受信できなかったとする。QSTA1は、HCからのブロックACK要求を受信していないため、圧縮ブロックACKを送信することはできないが、過去1回分の物理フレームの受信ステータスとして、Block ACK Starting Sequence Controlを「2」、Block ACK Bitmapを110…のように受信情報を記憶しておく。TXOP期間1において、QSTA1は、シーケンス番号「1」～「3」のデータフレーム233とBlock ACK Starting Sequence Controlが「1」のブロックACK要求234をアグリゲートして送信する。ここで、このブロックACK要求フレーム234がHCにおいて正常に受信されないと、HCは圧縮ブロックACKを応答しない。データフレーム送信側は、SIFS+1スロット時間内にビジーを検出するが、受信した物理フレームの中に自分宛の圧縮ブロックACKフレームが存在しない場合、送信したフレームをリカバリーの対象とみなす。HCは、IACフレーム235と、QSTA1に圧縮ブロックACKの再送を促すためのブロックACK要求フレーム236をアグリゲートして送信する。QSTA1は、シーケンス番号「1」「4」のMPDUが誤ったことを示す圧縮ブロックACK237に、HCに対するブロックACK要求フレーム238をビジーバックして送信する。そして、HCは、IACフレーム239、QSTA1からのブロックACK要求に対する圧縮ブロックACK240と、再送用のシーケンス番号「1」「4」のMPDU241、及びブロックACK要求フレーム242をアグリゲートして送信する。TXOP期間1の最後に、QSTA1が圧縮ブロックACK243を送達確認として送信する。IACフレームでビジーバックが許可されており、かつHC宛に送信するデータが送信用キュー内に存在すれば、併せて送信する。前述したように、QSTA1に対してビジーバックを許可するか否かは、HCのスケジューリング処理部の判断に従って決定する。

【0062】

本発明の第一の実施形態によれば、複数のMPDUをアグリゲートして送信し、宛先からの部分応答フレームに逆方向のデータをビジーバックして送信することで、MAC効率を向上させることができる。本実施形態では、コンテンションフリーのQoSアクセス制御方式であるHCCAを中心に説明を進めたが、コンテンションベースのEDCAにおいても適用可能であることは言うまでもない。EDCAの場合では、TXOPを獲得した端末がスケジューリングの主体として、IACフレームを用いて宛先端末にビジーバックのフレーム送信量を調節する。また、HCCAにおいても、HCからQoS CF-Pollフレームを受信してTXOPを獲得したQSTAは、該TXOP期間の範囲内であれば、IACフレームを用いて宛先端末にビジーバック送信を許可する。これらのスケジューリングは、QoSデータの遅延許容時間等に依存する。

【0063】

(第二の実施形態)

本発明の第二の実施形態は、遅延型ブロックACK伝送に関し、ブロックACKの送信を後回しにすることを了解するためのACKフレームを、第一の実施形態で説明したIACフレームによって代替するというものである。具体的には、本発明の第二の実施形態に係る通信装置は、複数のデータフレームを送信した後、宛先端末から他の宛先に対するIACフレームを、遅延型ブロックACKに対するノーマルACKの代替として使用し、宛先端末は一定時間後に、該ブロックACKフレームを複数データとアグリゲートして送信する。

【0064】

IEEE802.11e Draft 10.0によれば、ブロックACK要求フレームを受信してからSIFS後にブロックACKフレームを返信することが困難な場合、図5に示したような遅延型ブロックACKを行なうことができる。遅延型ブロックACKでは、ブロックACK要求に対するACK応答を

まず行い、任意の時間経過した後ブロックACKフレームを送信し、それに対するACK応答を行なう。遅延型ブロックACKでは、ブロックACK要求やブロックACKを送信した後、一定時間経過してもACKを受信できない場合、それらのフレームの送信に失敗したとみなす。本発明の第二の実施形態は、遅延型ブロックACKを用いた場合のピギーバック送信に関するものである。

【0065】

図24に、IEEE802.11eの従来の遅延型ブロックACKのポリシーを用いて、本発明の第一の実施形態で示したピギーバックを行なった場合のフレーム交換の様子を示す。図24において、TXOP期間1を獲得したHCは、IACフレーム244とシーケンス番号「1」「2」のデータフレーム245をアグリゲートして送信する。QSTA1は、HCからのデータ245に対する圧縮ブロックACK246に対し、IACフレーム244によって付加された期間内でアップリンク方向のデータ247をピギーバックして送信する。ここで、HCからの応答に遅延型ブロックACKのポリシーを適用するならば、IEEE802.11のACKフレーム248を送信することで、遅延型ブロックACKを受け付けた旨を通知する。HCがACKフレームを送信しない場合や、ACKフレームが誤りによってQSTA1で正常に受信できない場合、QSTA1はデータフレーム(あるいはブロックACK要求フレーム)をリカバリーの対象とみなす。図24のTXOP期間2においても、TXOP期間1の場合と同様に、HCからQSTA2への圧縮ブロックACKに遅延型ポリシーを適用した場合で、QSTA2に対するACK249を送信した後、TXOPを終了している。TXOP期間3で、QSTA1に対してダウンリンク方向のシーケンス番号「3」のデータフレーム250と、TXOP期間1で送信を延長したBlock ACK Starting Sequence Control「1」の圧縮ブロックACK251をアグリゲートして送信し、QSTA1がACKフレーム252を送信することで、遅延型ブロックACKの1シーケンスを完了している。図24のTXOP期間3では、ACKフレーム252に、HCからのダウンリンクのデータに対するBlock ACK Starting Sequence Control「3」の圧縮ブロックACK253をピギーバックしている。以上のように、遅延型ブロックACKを用いてピギーバックを行なう際、IEEE802.11のACKフレームを介することで、MAC効率が低下してしまうことが避けられない。そこで本発明の第二の実施形態は、かかる問題を解決する仕組みを実現する。尚、以下では、遅延型ブロックACKポリシーを、HCからQSTA方向の圧縮ブロックACK送信に適用した場合について主に説明していくが、アップリンク、ダウンリンク双方の場合にも、本発明が適用可能であることは言うまでもない。

【0066】

図25及び図26に、遅延型ブロックACKへの適用についての本発明の基本的な実施形態を示す。図25のHCにおいて、QSTA1からのアップリンク方向のデータに対する圧縮ブロックACKの送信を先延ばしにしたい場合、通常ならばIEEE802.11のACKフレームを送信するが、代わりに他の宛先に対するIACフレームをSIFS後に送信することで代用する。IACフレームは、図10に示したIAC Maskフィールドの各ビットに1を立てることで、様々な用途に利用できる。ここで、遅延型ブロックACKの送信を了解したことを示すために、IAC Maskフィールドの中に1ビットサイズの識別フラグを用意する。

【0067】

HCからQSTA2に対してシーケンス番号「1001」「1002」のデータフレーム255を送信する時点で、同時にアグリゲートするIACフレーム254の宛先MACアドレスは、QSTA2となっている。本発明の第二の実施形態では、HCはQSTA2への送信時に、IACフレームのIAC Maskフィールド内に拡張した、遅延型ブロックACKを受け付けた旨のフラグに1の値を設定する(無論、負論理にも適応可能である)。QSTA1はHCが応答する圧縮ブロックACKには、遅延型ブロックACKポリシーが適用されていることを予め認識している。そこで、HCへアップリンク方向のデータを送信してからSIFS+1スロット時間以内に無線チャネルのビジーを検出した場合、該物理フレーム内にアグリゲートされたIACフレームを正常に受信しており、かつIACフレームのIAC Maskフィールド内の遅延型ブロックACKを受け付けた旨のフラグが1(負論理の場合は0)になっていれば、宛先側で遅延型ブロックACKの送信を受け付けたと認識する。

【0068】

ここで、図25のHCは、QSTA1からの物理フレームを受信してから、SIFS後にQSTA2にデータを送信している。IEEE802.11e Draft 10.0の規定によれば、ブロックACK要求あるいはデータを送信してからSIFS+1スロット時間内に無線チャネルのビジーを検出しなければ、送信したフレームをリカバリーの対象とみなす。従って、HCがQSTA1に対して遅延型ブロックACKを受け付けた旨を通知するフレームも、SIFS後に送信する必要がある。QSTA1は、HCへのフレーム送信からSIFS後にビジーを検出することで、タイマーをリセットする。そして、ビジーの要因となった物理フレーム内のIACフレームの宛先が自分宛以外であったとしても、IAC Mask内のフラグが1になっていれば、遅延型ブロックACKポリシーによって、圧縮ブロックACKが返信されてくることを確認する。もしIAC Maskのフラグが0のまま(負論理の場合は1のまま)であれば、遅延型ブロックACKシーケンスの確立に失敗したと判断する。

10

【0069】

図25では、HCがQSTA2からのアップリンク方向のフレーム受信を終了してからSIFS後にQSTA1に対するシーケンス番号「3」のデータ256と、QSTA1に対するIACフレーム257、及びBlock ACK Starting Sequence Control「1」の圧縮ブロックACK258をアグリゲートして送信する。この圧縮ブロックACKフレーム258は、QSTA1が最初に送信したシーケンス番号「1」「2」のMPDUに対する送達確認フレームである。尚、IACフレーム257の宛先はQSTA1であるが、IAC Mask内のフラグを立てることにより、QSTA2からのアップリンク方向のデータに対する遅延型ブロックACK送信を受け付けた旨を通知する。また、IEEE802.11e Draft 10.0の規定によれば、ブロックACKフレームに対するACK応答も必要であるが、本発明の第二の実施形態において、ACKフレームとHCからのダウンリンク方向のデータに対する圧縮ブロックACKをアグリゲートするような場合、圧縮ブロックACKを送信することで、IEEE802.11のACKフレームを送信したものと兼用する。すなわち、HCは、シーケンス番号「3」のデータと、遅延型ポリシーの圧縮ブロックACKを送信した後、宛先(図25の例ではQSTA1)が即時型ポリシーで圧縮ブロックACKを返してくれば、IEEE802.11e Draft 10.0で規定されている、ブロックACKに対するACKフレーム受信とみなす。

20

【0070】

図25のように、他の宛先に向けて送信するデータが存在すれば、IACフレームを併せてアグリゲートし、該フレームを用いて、遅延型ブロックACKを受け付けた旨を通知する。ここで、図26の例のように、ダウンリンクのデータが存在しなくなった時は、IEEE802.11のACKフレームを送信してTXOP期間を終了する。図26の例では、QSTA2からのフレーム260を受信した後、SIFS後に送信すべきデータが存在しないため、通常のACKフレーム261をQSTA2宛に送信して、遅延型ブロックACKを受け付けた旨を通知する。TXOP期間1が終了して、TXOP期間2が開始した時点で、QSTA1に対する遅延型ポリシーの圧縮ブロックACK262とダウンリンクのデータ263をアグリゲートして送信する。図25に示したように、QSTA1からの圧縮ブロックACKは、通常のACKの役割(ブロックACKに対するACK)も兼ね備えている。本発明の第二の実施形態では、決められたTXOP期間の間で、かつSIFS間隔で送信するデータが存在する場合に、他の宛先に対するIACフレームを用いて、遅延型ブロックACKに対するACK応答とみなす。よって、図25及び図26のように、IACフレームを遅延型ブロックACKにおけるACKの意味で用いることによって、従来のIEEE802.11e Draft 10.0の遅延型ブロックACKのポリシーを適用した場合に比べ、MAC効率を向上することが可能である。

30

40

【0071】

図27～図30において、誤りによる再送を行う場合のフレーム交換の様子を示す。基本的な動作としては、本発明の第一の実施形態の場合と同じである。まず、図27に示すように、HCがIACフレーム270と、シーケンス番号「1」「2」のダウンリンクのデータ271をQSTA1に対して送信する。ここで、QSTA1がSIFS後に送信する応答フレームが誤った場合、HCはビジー272のみを検出する。すると、HCはSIFS後にブロックACK要求フレーム274とIACフレーム273をアグリゲートしてQSTA1に送信する。QSTA1からHCへの

50

圧縮ブロックACKに、即時型ブロックACKポリシーが適用されているとした場合、QSTA1はHCからのブロックACK要求274の受信からSIFS後に圧縮ブロックACK275を送信する。図27の例では、Block ACK Starting Sequence Control「1」の圧縮ブロックACK275と、HCへのアップリンク方向のデータ276をビジーバックして送信する。HCからQSTA1方向の圧縮ブロックACKには遅延型ポリシーが適用されていると仮定して、図25の場合と同様に、QSTA2宛へのIACフレーム277を用いて、遅延型ブロックACK適用を受け付けた旨を通知する。その後、QSTA2からHCへのアップリンク方向のフレーム送信が終了した時点でHCの持つTXOP期間1が残り少なくなっており、スケジューリングの観点からHCはQSTA1への遅延型ポリシーの圧縮ブロックACKを送信したとする。QSTA1は、HCから受信した物理フレーム内に遅延型の圧縮ブロックACKが存在していることから、IEEE802.11のACKフレームを返信して遅延型ブロックACKシーケンスを完了する。この時、本発明の第二の実施形態では、図25の例のように、HCが遅延型の圧縮ブロックACKにダウンリンクのデータを送信しており、かつQSTA1からHCへの圧縮ブロックACKに即時型ポリシーが適用されているならば、前述のように、圧縮ブロックACKだけを送信することで、IEEE802.11の通常のACKの役割を兼用することが可能である。図27の例では、TXOP期間1の最後にHCが送信する物理フレームには、データがアグリゲートされていないため、QSTA1は通常のACK278を送信して遅延型ブロックACKのシーケンスを完了する。

【0072】

図28に、QSTAからHCへのアップリンク方向のMPDUが部分的に誤った場合の例を示す。図28の例では、QSTA1からHCへの圧縮ブロックACK280と、アップリンク方向のシーケンス番号「2」のデータ281が誤っている。HCは、QSTA1から圧縮ブロックACKを受信できないため、送信したフレームをリカバリーの対象とみなし、ブロックACK要求282を送信する。ここで、HCが送信するブロックACK要求282には、IACフレーム283がアグリゲートされている。このIACフレーム283の宛先はQSTA1であり、IAC Maskフィールド内のフラグには1(負論理の場合は0)が立っている。IACフレーム283を受信したQSTA1は、自身が送信したシーケンス番号「1」「2」のデータに対する圧縮ブロックACKに、遅延型ポリシーが正しく適用されたことを確認する。そして、QSTA1は、Block ACK Starting Sequence Control「1」の圧縮ブロックACK283を再送する。SIFS後に、HCはQSTA2に対し、IACフレーム284、シーケンス番号「1001」「1002」のデータ285をアグリゲートして送信する。この時、IACフレーム284のIAC Maskフィールドのフラグの値は、初期値である0(負論理の場合は1)のままにしておく。QSTA1からのデータに対する遅延型ブロックACKポリシーの受付通知は、既に完了しているためである。QSTA2からHCにデータが送信された後、HCはQSTA1へのダウンリンクのデータ(シーケンス番号「3」)286と、遅延型ポリシーのBlock ACK Starting Sequence Control「1」の圧縮ブロックACK287を送信する。QSTA1は、HCのシーケンス番号「3」に対する圧縮ブロックACK288を、IEEE802.11eのブロックACKに対するACKフレームとして兼用させる。更に、IACフレームによりビジーバックが許可されている場合、送信に失敗したシーケンス番号「2」のデータフレーム289をビジーバックして再送する。

【0073】

図29に、ダウンリンク方向の物理フレームにアグリゲートしたMPDUが部分的に誤った場合の再送例を示す。図29の例では、QSTAからHCへの圧縮ブロックACK送信に即時型ポリシーを適用しているため、QSTA1がHCからのシーケンス番号「1」のMPDUが誤ったことを圧縮ブロックACK290で応答し、HCはシーケンス番号「1」のMPDU291を再送する。TXOP期間2において、HCがQSTA2にシーケンス番号「1001」「1002」のデータフレーム292とIACフレーム293をアグリゲートして送信する。QSTA2は即時型ポリシーのHCへの圧縮ブロックACK294と、アップリンク方向のデータ295をビジーバックして送信する。HCは、QSTA2のフレーム受信からSIFS後にQSTA1へデータ296を送信する際、併せてアグリゲートしたIACフレーム297のIAC Maskフィールド内のフラグに1をセットして送信する。QSTA2は、QSTA1宛のIACフレーム297のフラグが1になっている場合、自身の送信したアップリンク方向のデータに対するHCからの部分応答に、遅延型のポリシーが適用された

ことを確認する。

【0074】

図30は、QSTAからHCへのアップリンク方向の全てのデータが誤り、HCが圧縮ブロックACKを返信できなかった場合を示している。図30において、QSTA1はHCからのIACフレームによりピギーバック送信を許可されているため、アップリンク方向のデータ(シーケンス番号「1」「2」)300を圧縮ブロックACK301にピギーバックする。この時、QSTA1の送信したデータフレームがFCS計算の結果、全て誤っていた場合、HCは圧縮ブロックACKを返信しない。そしてTXOP期間1の範囲内で、HCはSIFS後にQSTA2へのダウンリンクの送信を行なう。ここで、QSTA2に対するIACフレーム302のIAC Maskフィールド内のフラグは、初期値0(負論理の場合は1)のままである。QSTA1は、HCの送信した物理フレームを監視しており、IACフレーム302内のフラグを検査するが、値が0のままであるため、遅延型ポリシーの圧縮ブロックACKの適用に失敗したと判断し、送信したデータフレーム300をリカバリーの対象とみなす。その後、HCがQSTA1へのシーケンス番号「3」のデータ303と、IACフレーム304をアグリゲートして送信すると、QSTA1はHCからのデータ303に対する圧縮ブロックACK(Block ACK Starting Sequence Control「3」)305に、ブロックACK要求306をピギーバックする。あるいは、本発明の第一の実施形態のように、シーケンス番号「1」「2」を再送対象として直接アグリゲートしても良い。ブロックACK要求306をピギーバックするか再送対象のフレームを直接アグリゲートするかは、QSTA1のスケジューリング処理部が選択する。QSTA1のフレームを受信してからSIFS後に、HCが他のQSTAにデータを送信する場合、IACフレームのIAC Maskフィールド内にフラグに1を立てる。(負論理の場合は0)これにより、QSTA1は、自身の送信したブロックACK要求(あるいはデータ)に対する、遅延型ポリシーの圧縮ブロックACK返信がHC側で適用されたと認識する。

【0075】

以上説明したように、本発明の第二の実施形態によれば、遅延型ブロックACKに対してピギーバック手法を効率良く適用し、MAC効率を高めることができる。尚、第二の実施形態では、HCからQSTAへの圧縮ブロックACK(すなわちQSTAからアップリンクのデータ)に遅延型ポリシーを、QSTAからHCへの圧縮ブロックACK(すなわちQSTAへのダウンリンクのデータ)に即時型ポリシーを用いた場合の例を示した。本発明は、アップリンク、ダウンリンク双方向の圧縮ブロックACKに遅延型ポリシーを用いることも可能であることは言うまでもない。

【0076】

また、第一の実施形態で示したように、EDCAによるTXOPを獲得した際にも、アクセス権のある端末が主導となって、IACフレームによる遅延型ブロックACKを実施する方法にも適用可能である。更に、ブロックACK要求を物理フレームの最後尾にアグリゲートする場合にも第一の実施形態と同じように適用することが可能である。この場合、ブロックACK要求フレームがFCS計算の結果誤っていれば、データ受信側は圧縮ブロックACKを送信しない。その後、データ送信端末は、ブロックACK要求フレームを再送するなどして、受信側からの圧縮ブロックACKの再送を要求する。

【0077】

(第三の実施形態)

本発明の第三の実施形態は、複数の宛先に対して複数MPDUをアグリゲートして送信する場合における即時型ブロックACKの適用および遅延型ブロックACKの適用に関するものである。同一の宛先へのMACフレームのみをアグリゲートして送信する場合、宛先が切り替わる毎に、キャリアセンスやバックオフのオーバーヘッドが生じる。これに対し、複数の異なる宛先へのMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートすることで、これらのオーバーヘッドを削減し、MAC効率を高めることが可能となる。

【0078】

図31に複数宛先に関する情報を含むMACフレームの一例を示す。このようなMACフレーム310を物理フレームの先頭にアグリゲートすることで、物理フレーム受信端末は自分

宛のMPDUが存在するか否かを即座に判断することができる。図31に示すようなMACフレーム310を、以後「MRAD(Multiple Receiver Aggregation Descriptor)フレーム」と呼ぶ。図31に示すように、MRADフレーム310は、Frame Control、Duration、Receiver Address、Transmitter AddressなどのIEEE802.11の従来のMACヘッダー311を有する。MRADフレーム310には、物理フレーム内にアグリゲートされた宛先数をNumber of receiversフィールド312で示し、宛先MACアドレス情報を示すReceiver Address Infoフィールド313と、宛先毎に占有する情報サイズをオクテット単位で指定するLengthフィールド314が存在する。図31の例では、Receiver Address Info 3までの情報を表しているが、この数に限定されず、任意の可変長とすることが可能である。つまり、宛先の数は任意である。

【0079】

図32に、即時型ブロックACKのポリシーを適用した場合のフレーム交換例を示す。TXOPを獲得したHCは、MRADフレーム320、QSTA1に対するIAC321とデータフレーム(シーケンス番号「1」「2」)322、QSTA2に対するIAC323とデータフレーム(シーケンス番号「1001」「1002」)324を1つの物理フレーム325にアグリゲートして送信する。MRADフレーム320の情報を用いることで、QSTA1とQSTA2以外の端末は、省電力モードに移行するなど自由に処理を行うことができる。また、QSTA1、QSTA2宛のIACフレーム321、323には、HCの物理フレーム送信終了からのオフセット時間を記載することで、QSTA1、QSTA2が応答するタイミングを指定する。このオフセット時間は、図10に示した例におけるResponse Period Offsetフィールドを使用する。QSTA1は自分宛のIACフレームを正常に受信した場合、図32に示すように、ピギーバック送信可能時間の範囲内で、HCへの圧縮ブロックACK326にアップリンクのデータ327をアグリゲートして送信する。同様に、QSTA2もQSTA1のフレーム送信に引き続き、HCへの圧縮ブロックACK328とアップリンクのデータ329をアグリゲートして送信する。この時、図32の例は、QSTA2の送信したデータフレーム329が誤っていることを示している。即時型ブロックACKポリシーを適用した場合、QSTA2のフレーム送信が終了してからSIFS後に、HCはMRADフレーム330、QSTA1に対するIAC331と圧縮ブロックACKフレーム332をアグリゲートして送信する。QSTA2のデータは全て誤っているため、HCからQSTA2に対する圧縮ブロックACKフレームはアグリゲートされない。ここで、HCがQSTA2に逆方向(アップリンク)のフレーム送信を許可しない場合、MRADフレーム330のReceiver Address InfoフィールドにQSTA2のMACアドレスは含まれないことになる。Number of receiversフィールドは1であり、QSTA1のMACアドレスおよび長さ情報のみが記載される。もし、QSTA2の送信を許可する場合、QSTA2宛のIACフレームをアグリゲートし、Number of receiversは2とし、QSTA2のMACアドレスも追加される。

【0080】

本発明の第三の実施形態において、TXOP期間1内に再びHCが物理フレームを送信した場合、QSTA1とQSTA2はHCからの物理フレーム内にアグリゲートされたMRADフレーム内のReceiver Address Infoフィールドを検査し、自分のMACアドレスが存在しない場合、送信したフレームをリカバリーの対象とみなす。すなわち、図32の例では、QSTA2が送信したシーケンス番号「1」「2」に対する即時型圧縮ブロックACKの受信に失敗したと判断し、適切なリカバリー動作を行なう。

【0081】

図33及び図34に、遅延型ブロックACKポリシーへの適用例を示す。図33において、HCは、MRADフレーム330、QSTA1へのIAC331とデータフレーム(シーケンス番号「1」)332、QSTA2へのIAC333とデータフレーム(シーケンス番号「1001」)334を1つの物理フレーム335にアグリゲートして送信する。QSTA1、QSTA2は、それぞれのIACフレーム情報に基づいて、アップリンクに送信するタイミングを認識し、HCからのデータに対する圧縮ブロックACK336、337にアップリンクのデータ338、339をピギーバックして送信する。

【0082】

10

20

30

40

50

遅延型ポリシーを適用する場合、QSTAの送信が終了してから即座に圧縮ブロックACKを送信する必要はない。その代わりに、第二の実施形態で示したように、逆方向の送信を許可(TXOPを持たない端末の送信を許可)するフレームを、IEEE802.11e Draft 10.0遅延型ブロックACK伝送のブロックACK要求フレームに対するACKフレームとみなすことができる。ここで、HCはQSTA1、QSTA2、QSTA3へのIACフレーム340と、QSTA3へのダウンリンク方向のデータ(シーケンス番号「2001」)341をアグリゲートして送信する。QSTA1、QSTA2へのIACフレームのReverse Direction Grant、Response Period Offsetはいずれも0にする。すなわち、QSTA1、QSTA2のアップリンク方向の送信は許可しない。ただし、遅延型ブロックACKを受け付けた旨のフラグはオンに設定する。この物理フレームを受信したQSTA1、QSTA2は自身の送信したデータに対して遅延型ブロックACKポリシーが適用されたことを確認する。その後、QSTA3は、HCのデータ(シーケンス番号「2001」)に対する圧縮ブロックACK342と、アップリンク方向のデータ343をアグリゲートして送信する。図33においてHCは、QSTA1、QSTA2、QSTA3に対するIACフレーム344と、QSTA1、QSTA2への圧縮ブロックACK345を送信する。この圧縮ブロックACK345は、QSTA1、QSTA2からのアップリンク方向のデータに対する遅延型ポリシーのブロックACKである。ここで、QSTA1、QSTA2へのIACフレーム344のReverse Direction Grant、Response Period Offsetには、それぞれのQSTAが最低限IEEE802.11のACKフレームを送信できるような値をセットする。また、QSTA3のIAC Maskのフラグを立てることで遅延型ブロックACKを受け付けた旨を通知する。尚、図34に示すように、HCが保持するTXOP期間の残りが少なくなった場合は、それぞれの宛先毎に用意され、アグリゲートされたIEEE802.11のACKフレーム346を送信する。つまり、複数宛先のACKアグリゲーションとなる。

【0083】

図35及び図36を参照し、複数の宛先に対するデータをアグリゲートした場合の受信側のバッファ管理について説明する。図35のように、MRADフレーム350、QSTA1へのIAC351、シーケンス番号「1」「2」のデータフレーム352、353、QSTA2へのIAC354、シーケンス番号「1001」「1002」のデータフレーム355、356をアグリゲートして送信する場合を考える。ここで、複数のフレームをアグリゲートする際のフォーマットは、図6に示したようなフォーマットであっても良い。

【0084】

図36に示すように、QSTA1へのシーケンス番号「1」のMPDU352がFCS計算の結果、誤っていたとする。IACフレーム351で指定されたオフセット値を用いて、QSTA1はBlock ACK Starting Sequence Control「2」の圧縮ブロックACK360、QSTA2はBlock ACK Starting Sequence Control「1001」の圧縮ブロックACK361を送信する。ブロックACK要求を含まないアグリゲーションデータに対して、圧縮ブロックACKのBlock ACK Starting Sequence Controlの値は、正常に受信できた一番初めのMPDUのシーケンス番号を用いる。図36において、QSTA1の受信バッファ362にはシーケンス番号「0」「4095」のMPDU、QSTA2の受信バッファ363にはシーケンス番号「999」と「1000」のMPDUが既に格納されていたとする。本発明の第三の実施形態において、IACフレームに対するFCS計算が正常で、かつそれに続くデータフレームのFCS計算結果が正常な場合、該データフレームのシーケンス番号を、受信バッファ管理のための正規のシーケンス番号情報とみなす。図36の例で、QSTA1はHCに圧縮ブロックACKの送信を行なうが、受信バッファ362内のMACフレームはそのままにしておく。一方、QSTA2は全てのフレームを正常に受信しているため、シーケンス番号「1001」を正式なBlock ACK Starting Sequence Controlの値として、受信バッファ管理を行なう。IEEE802.11e Draft 10.0の規定によれば、Block ACK Starting Sequence Controlの値よりも前のシーケンス番号を持つMACフレームは、全て受信バッファから開放し、上位層に渡す必要がある。そのため図36のQSTA2は、シーケンス番号「999」～「1002」のMACフレームを受信バッファ363から開放して上位層に渡す。

【0085】

図37に示すように、IACフレームを含まない構成にすることもできる。図37の例では、QSTA2へのシーケンス番号2のデータがFCS計算の結果誤ったことを示している。この

場合、QSTA2のシーケンス番号「1001」のデータフレームに対するFCS計算結果が正常であっても、QSTA1のMPDUがどの部分までアグリゲートされているか判断することができないため、圧縮ブロックACKを返信しても、受信バッファからMACフレームを開放することはできない。つまり、本発明の第三の実施形態において、異なる宛先アドレスを持つ連続した二つのMPDUに対するFCS計算の結果が正常であれば、二つ目のMPDU(すなわち新しい宛先のMPDU)のシーケンス番号を、次の宛先の正式なBlock ACK Starting Sequence Controlと判断して、受信バッファ管理を行なう。

【0086】

ところで、IEEE802.11e Draft 10.0の規定によれば、MACフレームはトラフィックの優先度毎に分類され、ブロックACK要求やブロックACKフレームも優先度毎に必要となる。図2のブロックACK要求フレームのBAR(Block Ack Request)Controlフィールド、図3のブロックACKフレームのBA(Block Ack)Controlフィールドには、4ビットのTID(Traffic Identifier)識別子が存在し、0-15の番号が記載される。尚、TIDに0-7の数値が割り当てられた際は、該MACフレームがPrioritized QoS(優先度QoS)すなわちEDCAによる送信が行なわれることを意味しており、8-15の数値が割り当てられた際は、該MACフレームがParameterized QoS(パラメータ化QoS)すなわちHCCAによる送信が行なわれることを表している。TIDは、図8の圧縮ブロックACKや、図10のIACフレームのRDTID(Reverse Direction Traffic Identifier)にも用いられる。IACフレームのRDTIDフィールドでは、TXOPを獲得している送信端末が、宛先に対してピギーバック送信を許可する際に、ピギーバックするMACフレームの優先度を指定する目的で使用する。IEEE802.11e Draft 10.0の規定によれば、MACフレームのシーケンス番号はTID毎に独立して割り当てる必要がある。従って、QoSデータの受信側では、受信バッファを優先度毎に管理することが望ましい。前述したように、IEEE802.11eのブロックACKによる伝送では、ブロックACK要求フレームの示す始点シーケンス番号(Block ACK Starting Sequence Control)よりも前のシーケンス番号を持つMACフレームは、受信バッファから全て開放する。ここで、ブロックACK要求フレームは、TID毎に用意されるため、受信バッファ管理も優先度(TID)毎に行なう必要がある。これまで、図35、図37において、単一の優先度(TIDが1種類)の場合に関して、複数の宛先へのMACフレームがアグリゲートされた物理フレームに関する場合の受信バッファ管理の説明を行なった。本実施形態では、複数宛先のみならず、更に複数優先度のMACフレームを単一物理フレームにアグリゲートする場合にも適用可能である。例えば、図35において、MRADに続いてQSTA1へのIACフレーム、シーケンス番号1、2のデータフレーム、QSTA2へのIACフレーム、シーケンス番号1001、1002のデータフレームの順番でアグリゲートした場合を述べたが、MRADに続きQSTA1への高優先度(TIDの値については任意)のIACフレーム、シーケンス番号1、2のデータフレーム、QSTA1への中優先度のIACフレーム、シーケンス番号1、2のデータフレーム、及びQSTA2への高優先度(TIDの値については任意)のIACフレーム、シーケンス番号1001、1002のデータフレーム、QSTA1への中優先度のIACフレーム、シーケンス番号1001、1002のデータフレームの順にアグリゲートしたとする。この場合、各宛先、優先度の先頭にIACフレームがアグリゲートされている前提の元で、IACフレームに対するFCS計算の結果が正常で、かつ続くMPDUに対するFCS計算が正常であれば、該MPDUのシーケンス番号を正規の始点シーケンス番号とみなして、受信端末内の優先度毎のバッファに対して、始点シーケンス番号よりも前のシーケンス番号を持つMACフレームは全てバッファから開放し上位層に渡す。もしくは、図37のように、IACフレームを必ずしも含む必要がない場合、二つの連続したMPDUに対するFCS計算結果が正常で、かつ二つのMPDUの宛先アドレス、あるいは優先度が異なる場合、二番目のMPDUのシーケンス番号は、該MPDUの宛先端末内で優先度毎に用意される受信バッファ管理に用いられる。すなわち、正規の始点シーケンス番号よりも前のシーケンス番号を持つMACフレームは、全て受信バッファから開放して上位層に渡すことになる。

【0087】

本実施形態では、アクセスポイントからQSTAへのダウンリンクの送信時に、複数宛先のMACフレームをアグリゲートして送信する例を示したが、QoS CF-PollフレームによりTXOP

を与えられていれば、QSTAが送信の主体となっても良い。QSTAが送信の主体となる場合、複数宛先の候補としては、アクセスポイントの他に、DLP(Direct Link Protocol)としてQSTA間で直接通信可能な端末などが挙げられる。更に、コンテンションフリーのQoSアクセス制御方式であるHCCAだけでなく、コンテンションベースのEDCAにおいても適用可能であることは言うまでもない。EDCAの場合では、TXOPを獲得した端末が複数宛先に対するデータ送信の起点となる。また、IACフレームによる宛先へのピギーバック送信許可も、TXOPを獲得した端末のスケジューリング処理部によって実現される。

【0088】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図1】本発明の実施形態に係る通信装置の構成を示すブロック図

【図2】IEEE802.11e Draft 10.0で規定されているブロックACK要求フレームのフォーマットを示す図

【図3】IEEE802.11e Draft 10.0で規定されているブロックACKフレームのフォーマットを示す図

【図4】即時型ブロックACKのシーケンス例を示す図

【図5】遅延型ブロックACKのシーケンス例を示す図

【図6】複数MPDUのアグリゲーションの一例を示す図

【図7】複数MPDUのアグリゲーションの別の例を示す図

【図8】圧縮ブロックACKのフォーマットを示す図

【図9】圧縮ブロックACKのシーケンス例を示す図

【図10】IACフレームのフォーマットを示す図

【図11】IACフレームによるピギーバック送信の一例を示す図

【図12】送信エラーの発生により明示的なブロックACK要求を送信する場合を示す図

【図13】明示的なブロックACK要求にIACを付加する場合を示す図

【図14】アップリンク方向の送信フレームに部分的な誤りが生じた場合を示す図

【図15】ダウンリンク方向の送信フレームに部分的な誤りが生じた場合を示す図

【図16】ダウンリンク方向の送信フレームに部分的な誤りが生じた場合の別の例を示す図

【図17】アップリンク方向及びダウンリンク方向の双方向において、それぞれ、送信フレームに部分的な誤りが生じた場合を示す図

【図18】アップリンク方向及びダウンリンク方向の双方向において、それぞれ、送信フレームに部分的な誤りが生じた場合の別の例を示す図

【図19】アップリンク方向への圧縮ブロックACK送信についてタイムアウトが発生した場合を示す図

【図20】アップリンク方向への圧縮ブロックACK送信についてタイムアウトが発生した場合の別の例を示す図

【図21】HCからのダウンリンク方向にアグリゲート送信した全てのMPDUが誤っていた場合を示す図

【図22】HCからのダウンリンク方向にアグリゲート送信した全てのMPDUが誤っていた場合の別の例を示す図

【図23】複数データをアグリゲートした物理フレームの最後にブロックACK要求を含む場合を示す図

【図24】遅延型ブロックACKのポリシーを用いてピギーバックを行なう場合のフレーム交換の様子を示す図

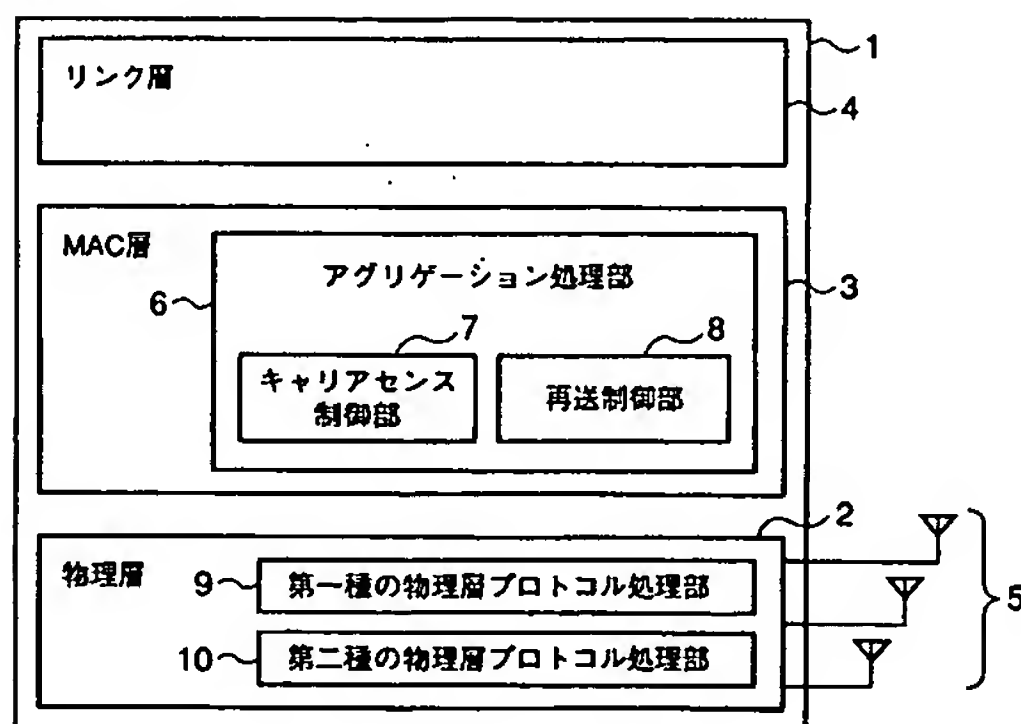
- 【図25】遅延型ブロックACKに適用されたビジーバックを示す図
 【図26】遅延型ブロックACKに適用されたビジーバックの別の例を示す図
 【図27】遅延型ブロックACKにおいてビジーのみが検出された場合を示す図
 【図28】アップリンク方向への送信データに部分的な誤りが生じた場合を示す図
 【図29】ダウンリンク方向への送信データに部分的な誤りが生じた場合を示す図
 【図30】アップリンク方向についてタイムアウトが生じた場合を示す図
 【図31】MRADフレームのフォーマットを示す図
 【図32】複数宛先への即時型ブロックACKのフレーム交換例を示す図
 【図33】複数宛先への即時型ブロックACKのフレーム交換の別の例を示す図
 【図34】複数宛先への即時型ブロックACKのフレーム交換の別の例を示す図
 【図35】複数宛先へのアグリゲーションと受信バッファ管理を説明するための図
 【図36】複数宛先へのアグリゲーションと受信バッファ管理を説明するための図
 【図37】複数宛先へのアグリゲーションと受信バッファ管理を説明するための図

【符号の説明】

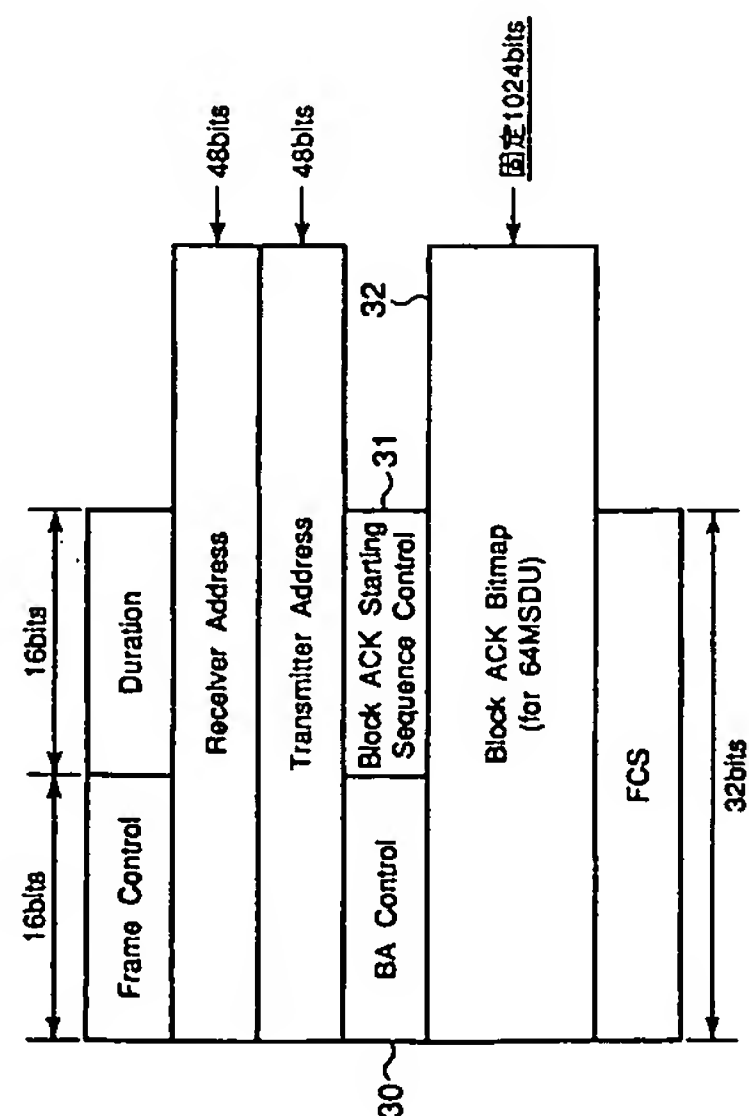
【0090】

- 1…通信装置；
 2…物理層(PHY)；
 3…MAC（媒体アクセス制御）層；
 4…リンク層；
 5…アンテナ；
 6…アグリゲーション処理部；
 7…キャリアセンス制御部；
 8…再送制御部；
 9…第一種の物理層プロトコル処理部；
 10…第二種の物理層プロトコル処理部

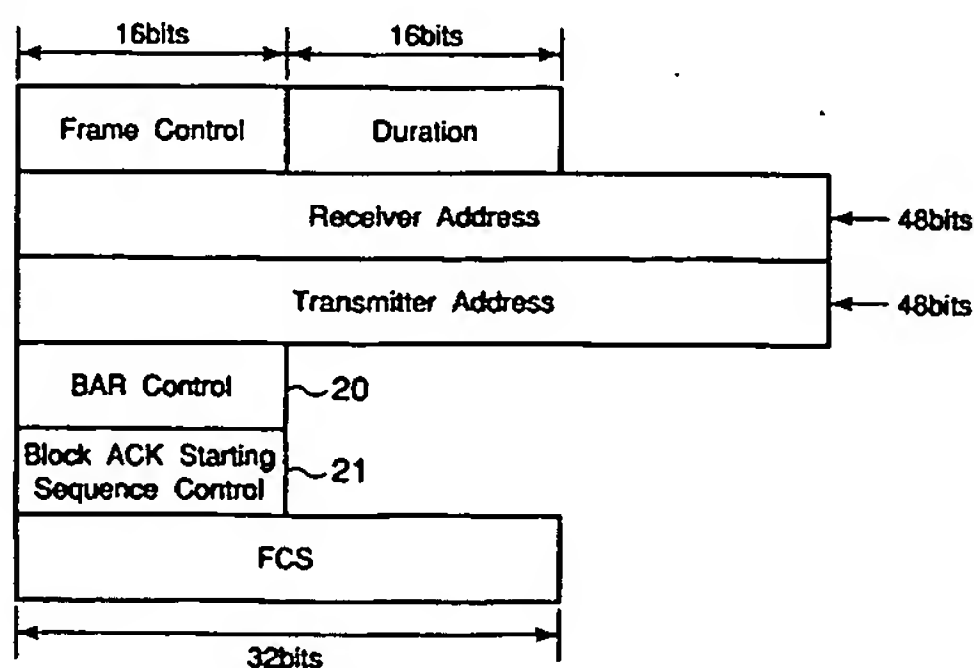
【図1】



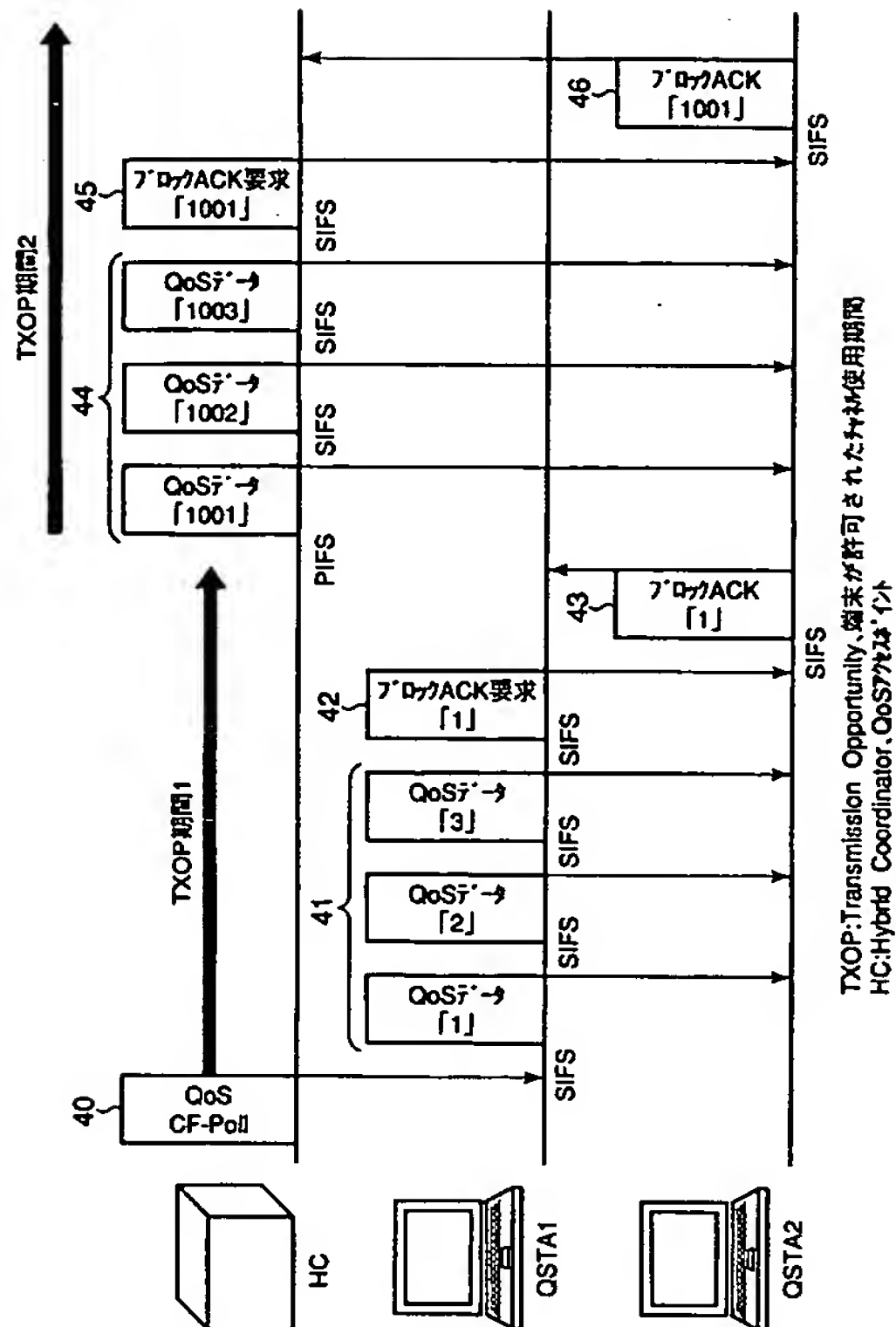
【図3】



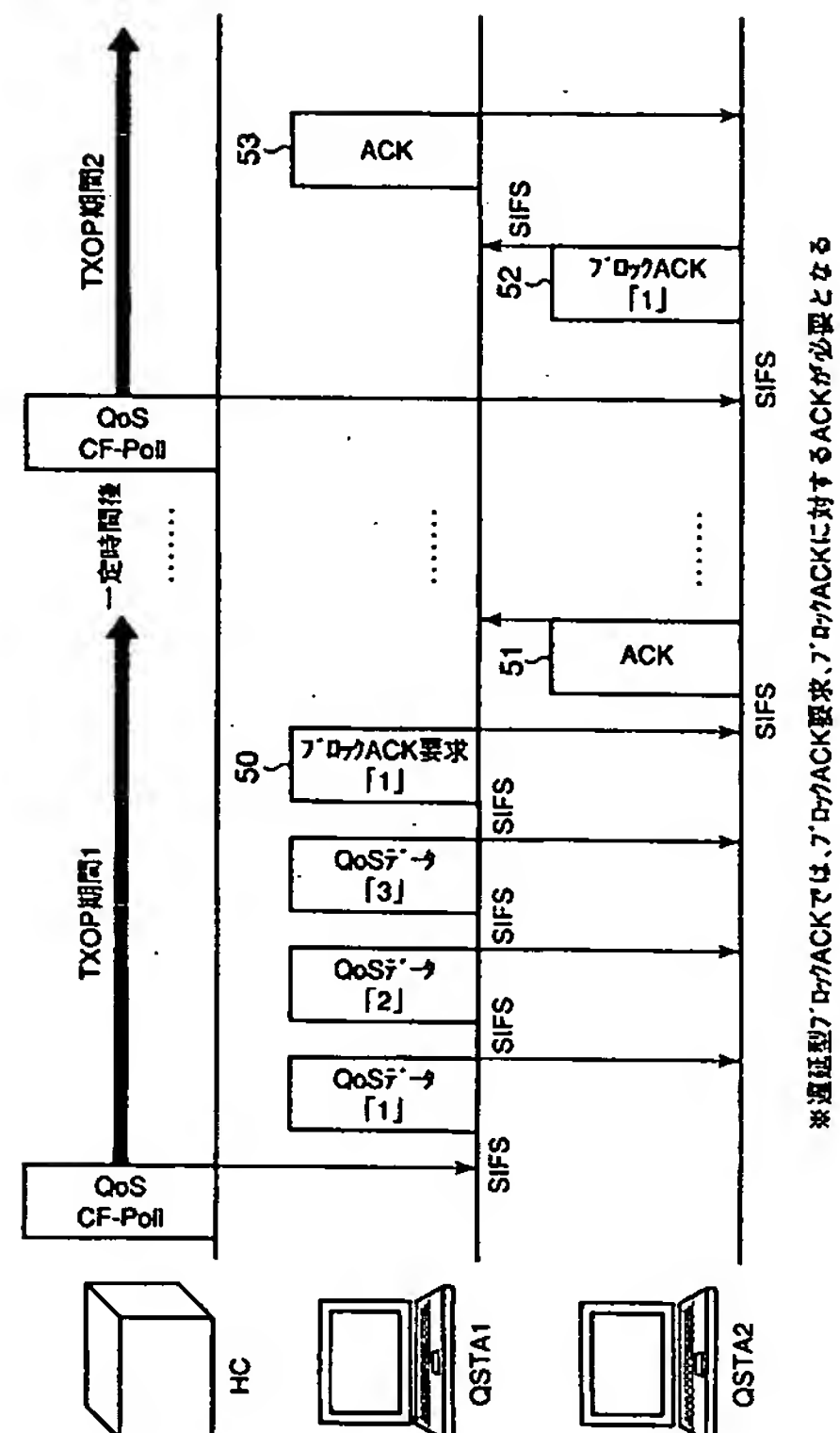
【図2】



【図4】

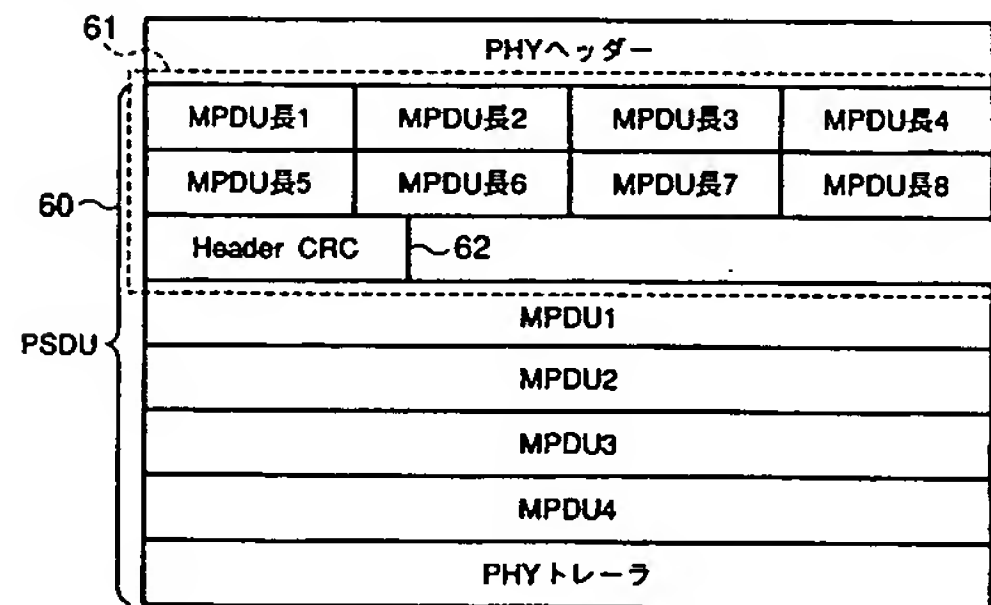


【図5】

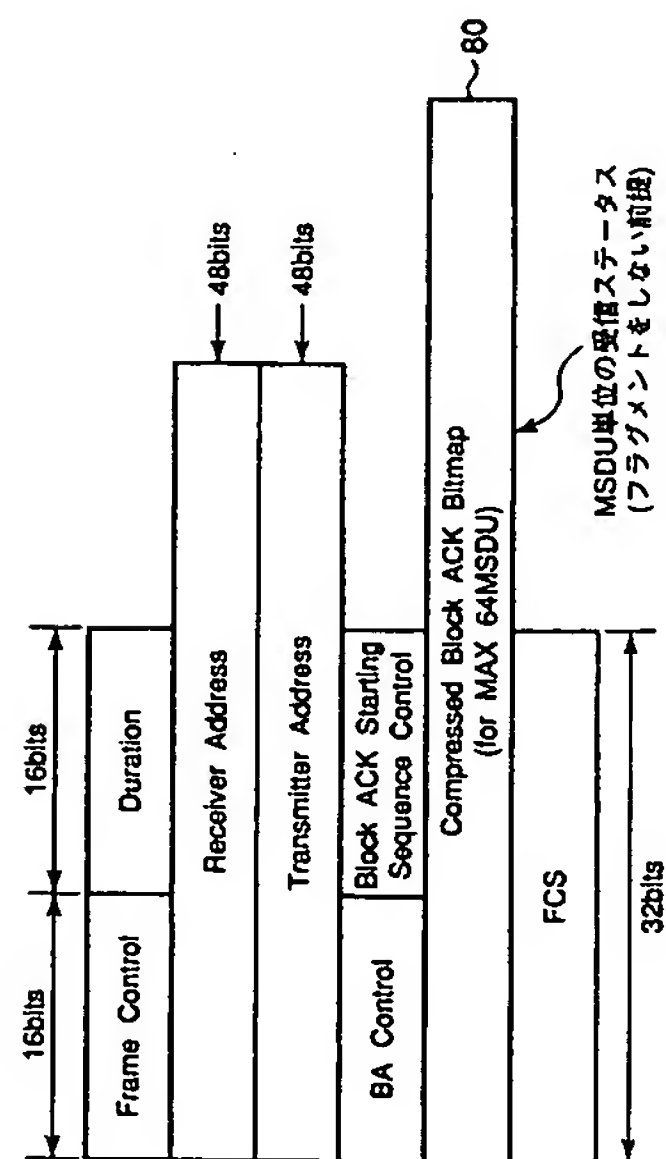


※遅延型7-ACKでは、7-ACK要求、7-ACKに対するACKが必要となる

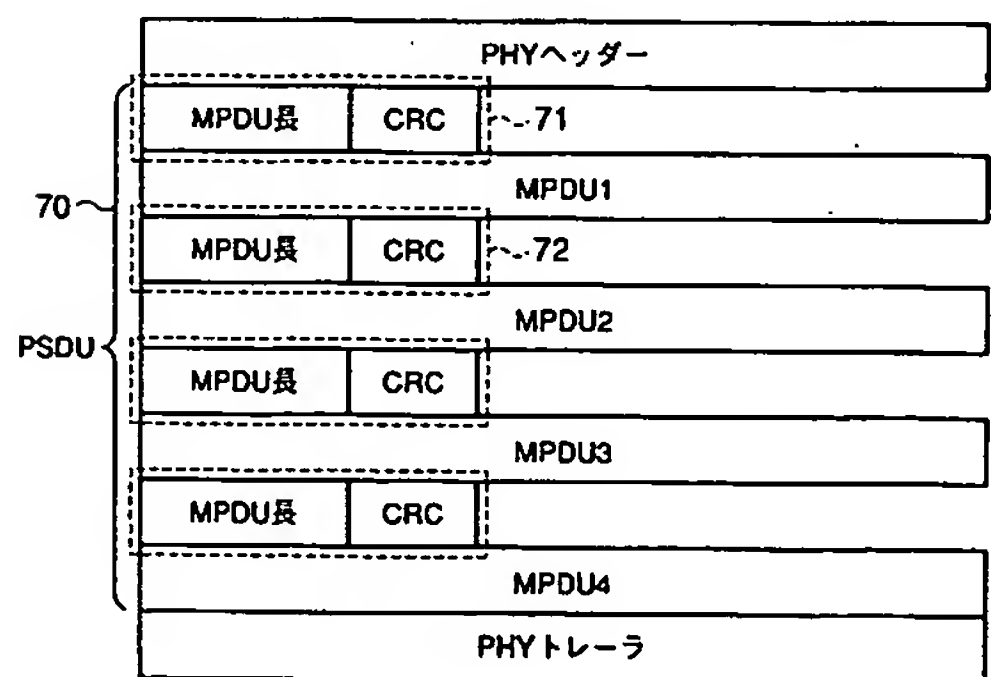
【図6】



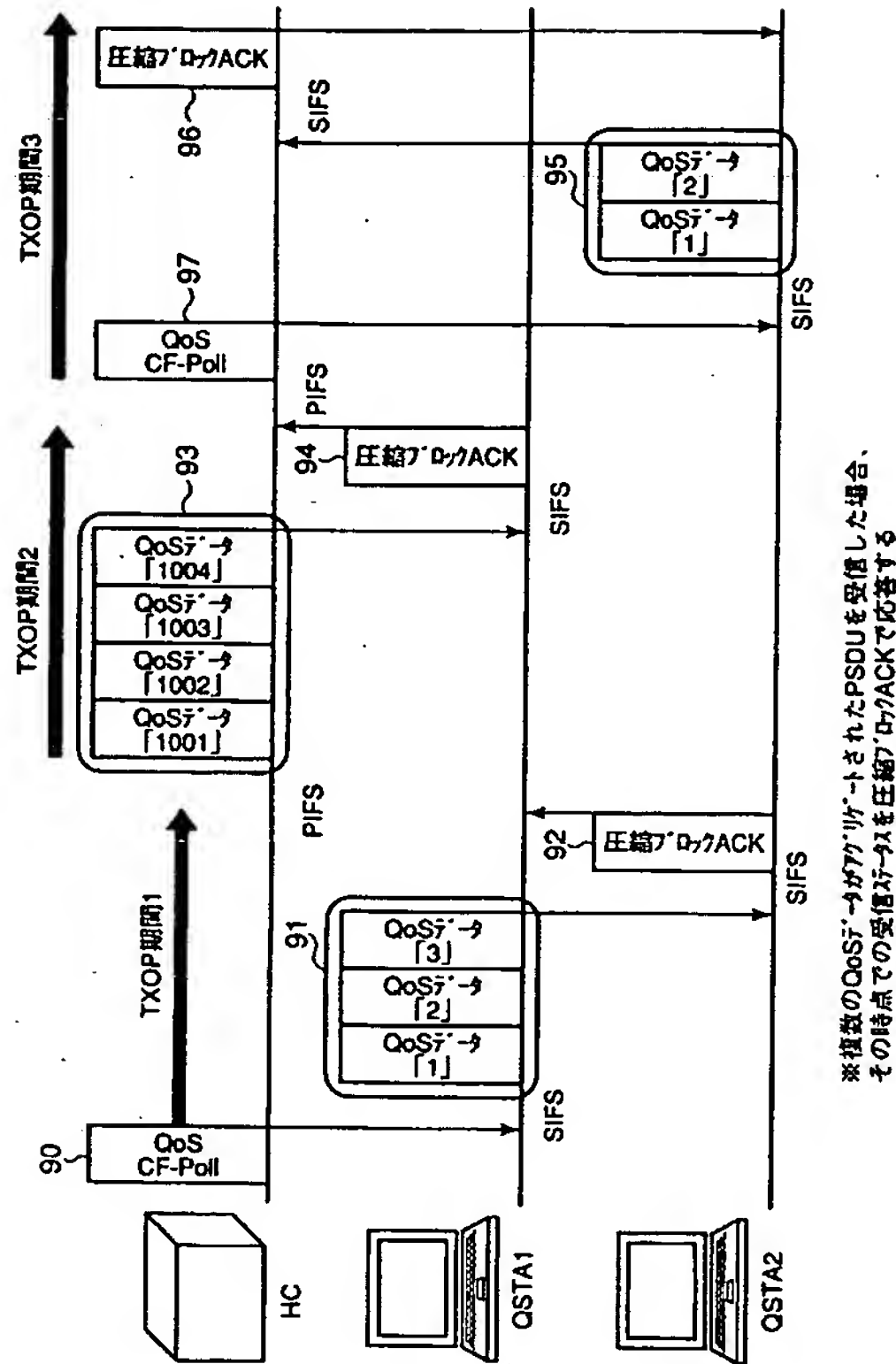
【図8】



【図7】

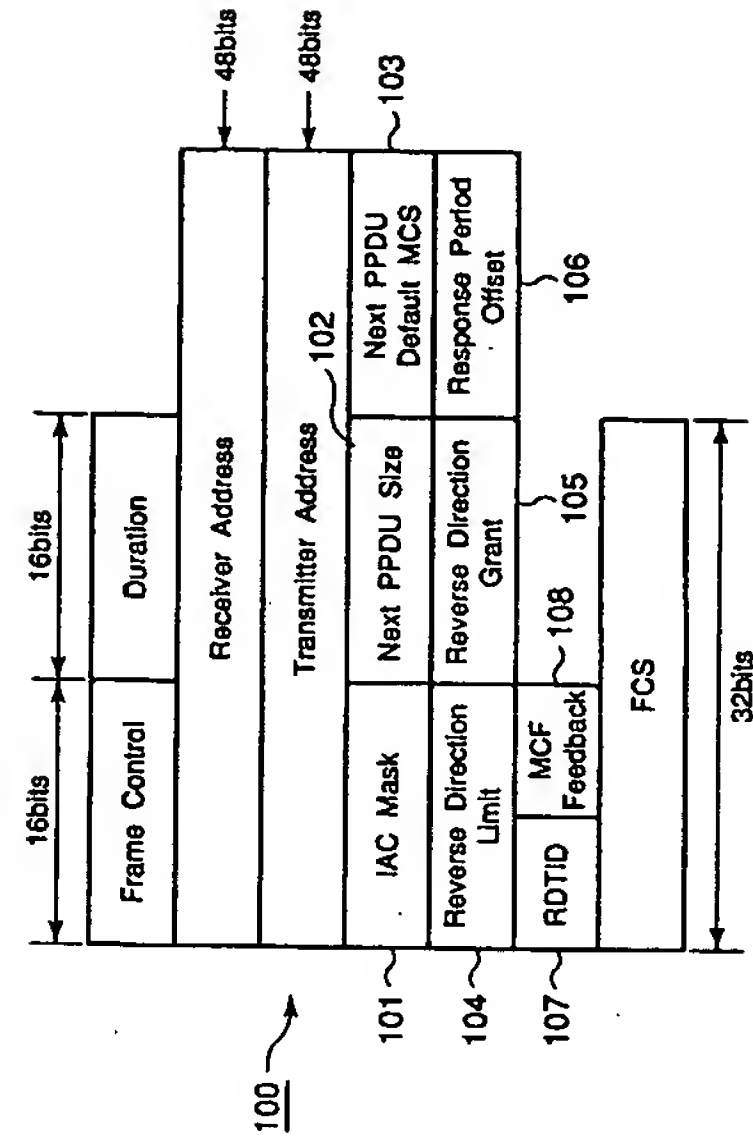


【図9】

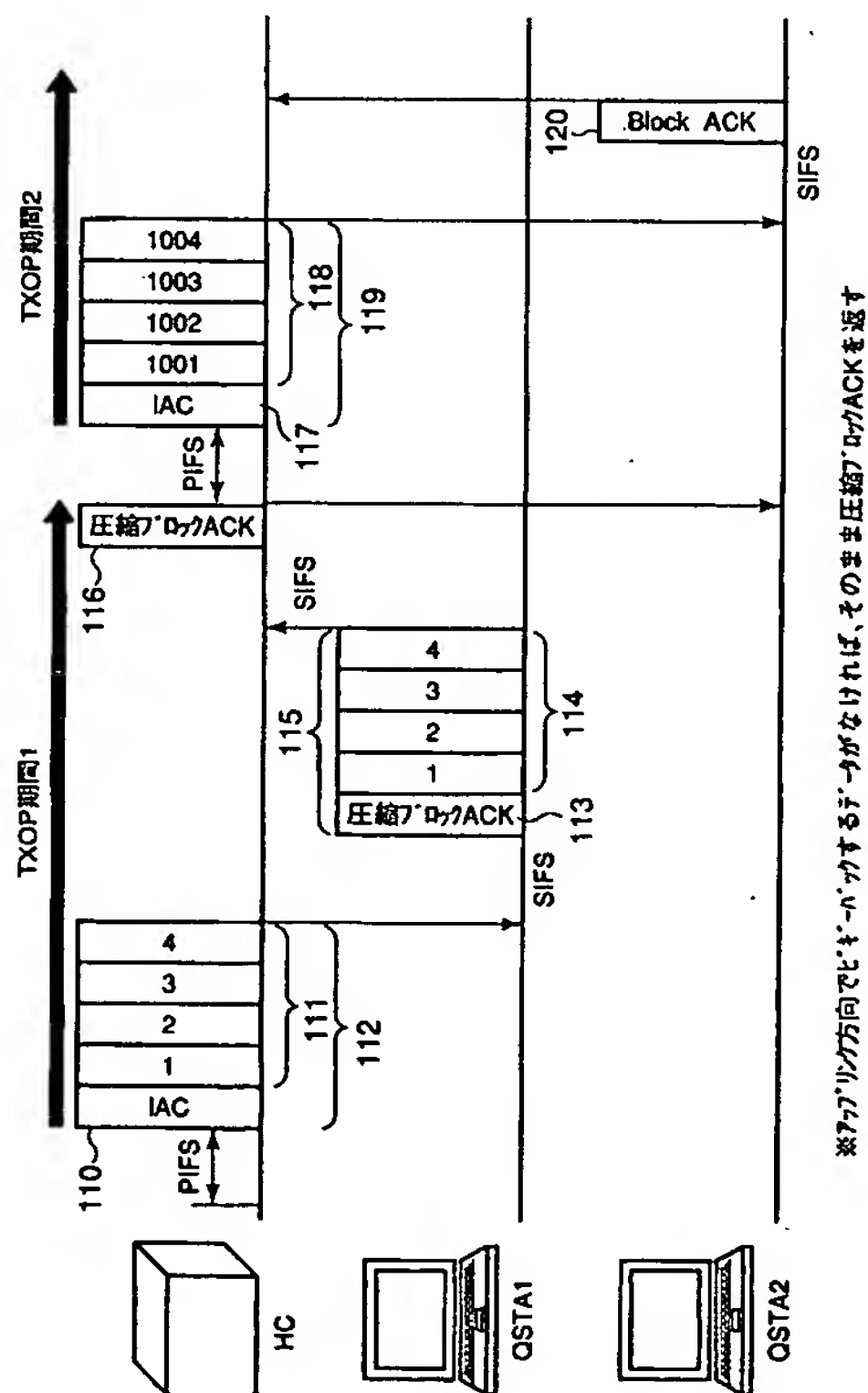


※複数のQoSフレームがリグットされたPSDUを受信した場合、その時点での受信フレームを圧縮ACKで応答する

【図10】

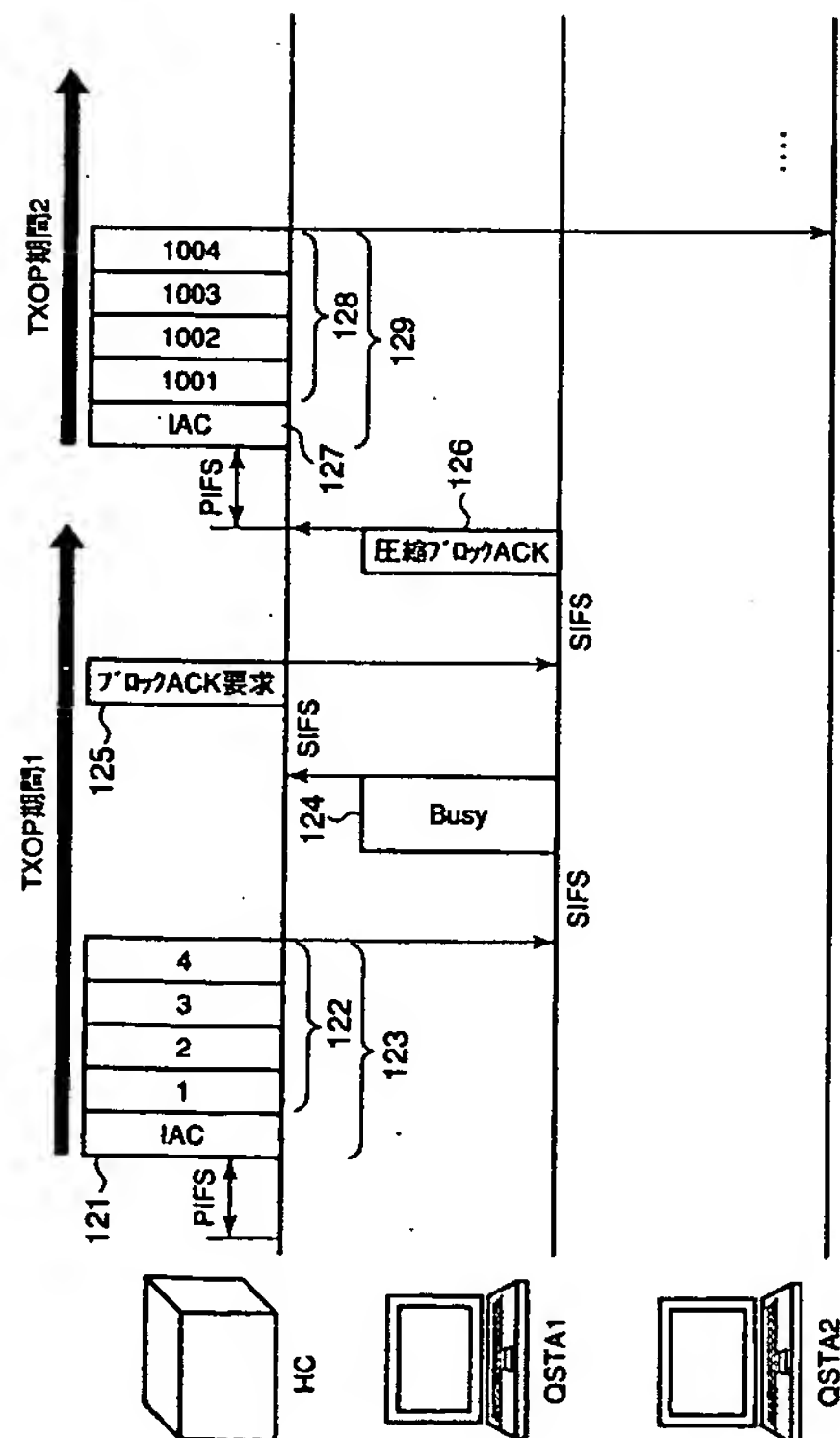


【図11】



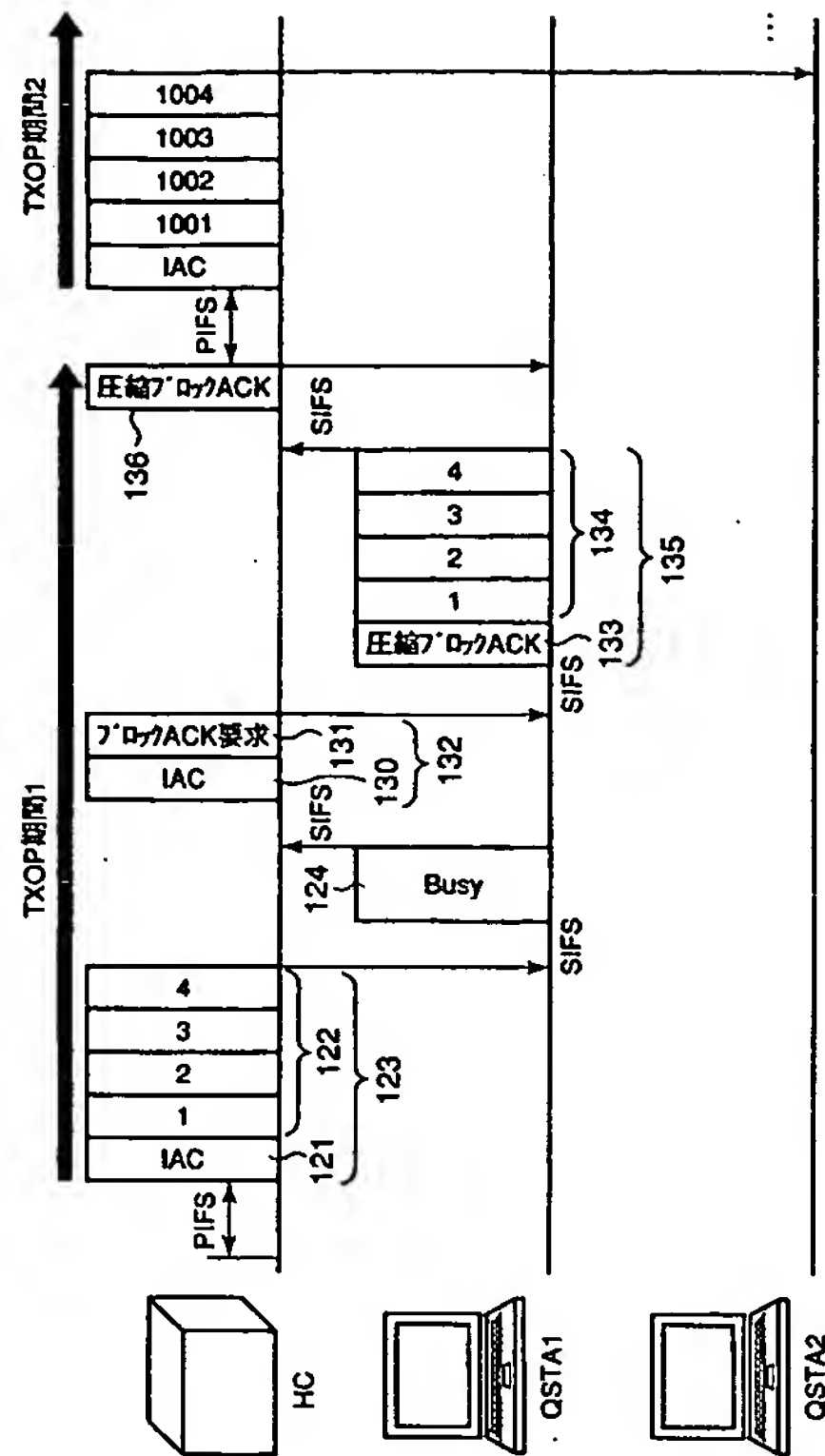
※アップリンク方向で送信するフレームがなければ、そのまま圧縮ACKで応答する

【図12】



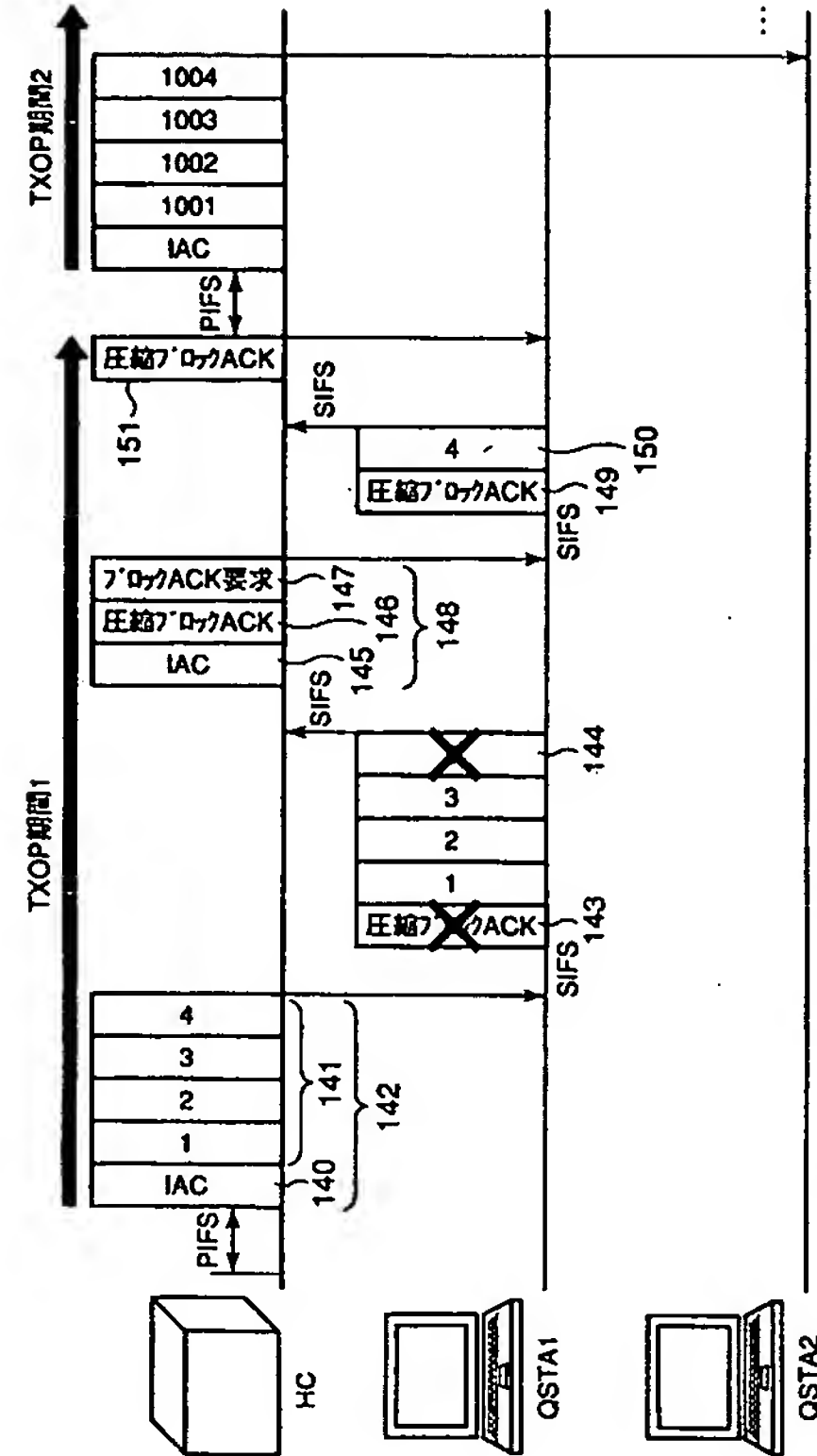
※802.11eの規定によれば、QoS CF-Pollフレームを送信してSIFS後にビジーを検出した場合、フレームがリグットになってからPIFS後に再送。フレームがリグットの場合は、フレームがリグットになってからSIFS後に再送。上記の例では、フレームがリグットの間始端がTXOPを獲得しているため、SIFS後にACK要求を送信

【図 13】



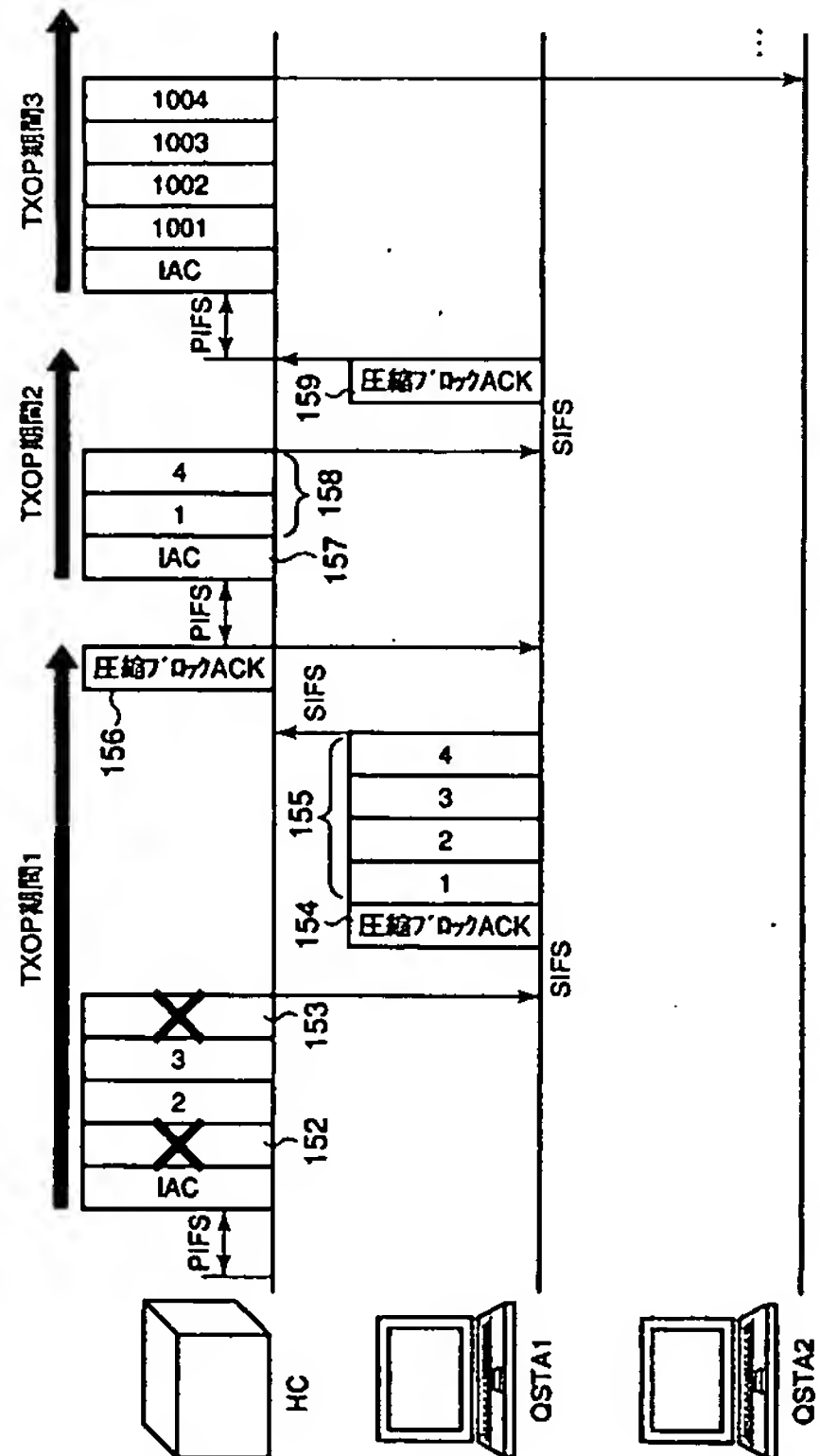
※TXOP期間に余裕があれば、7'ロフACK要求フレームにIACフレームを7'ロフACKする

【図 14】



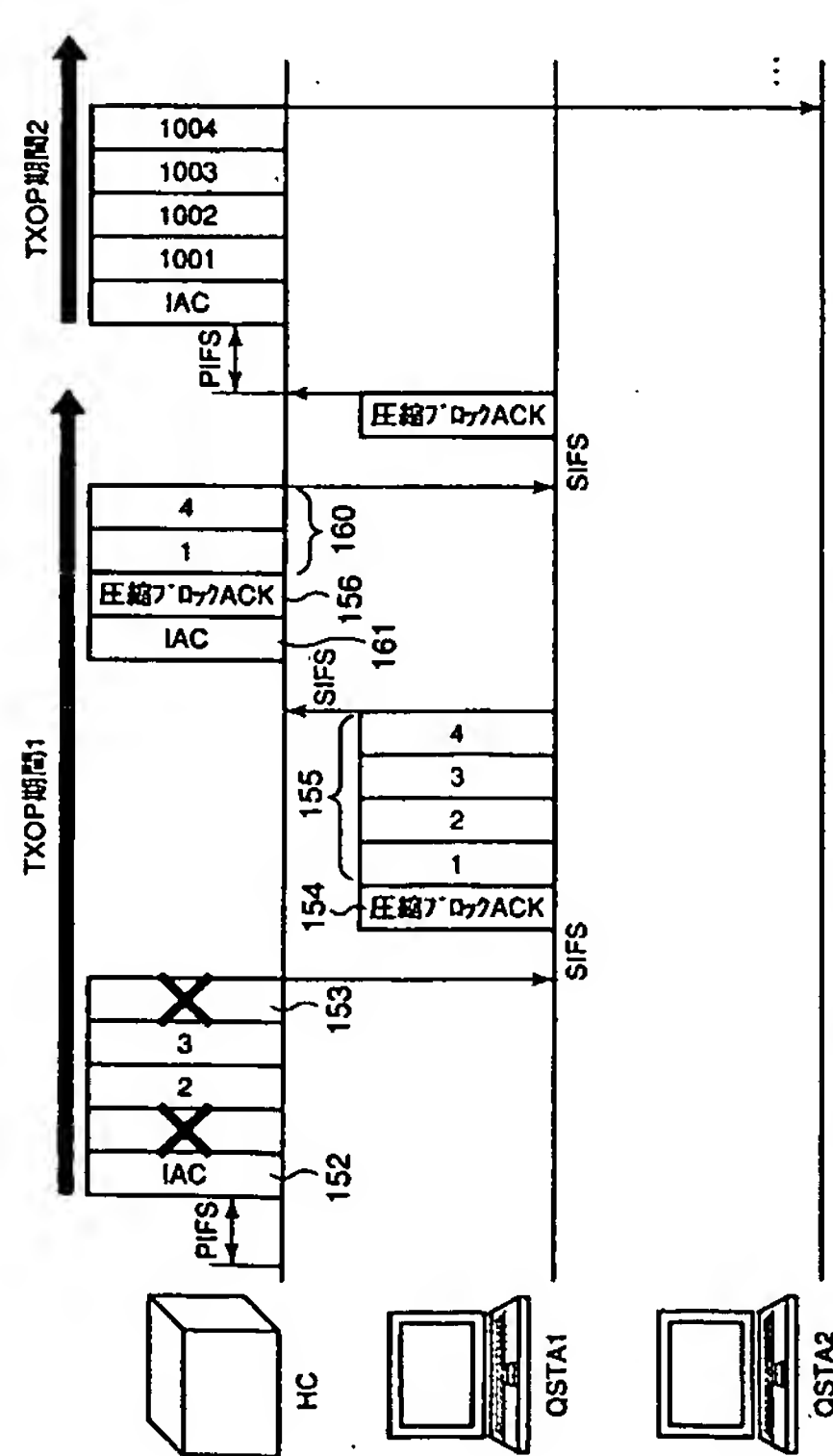
※QSTAからの7'ロフACKのBAが誤っていた場合、7'ロフACKのBAにBARをビジーにする

【図 15】



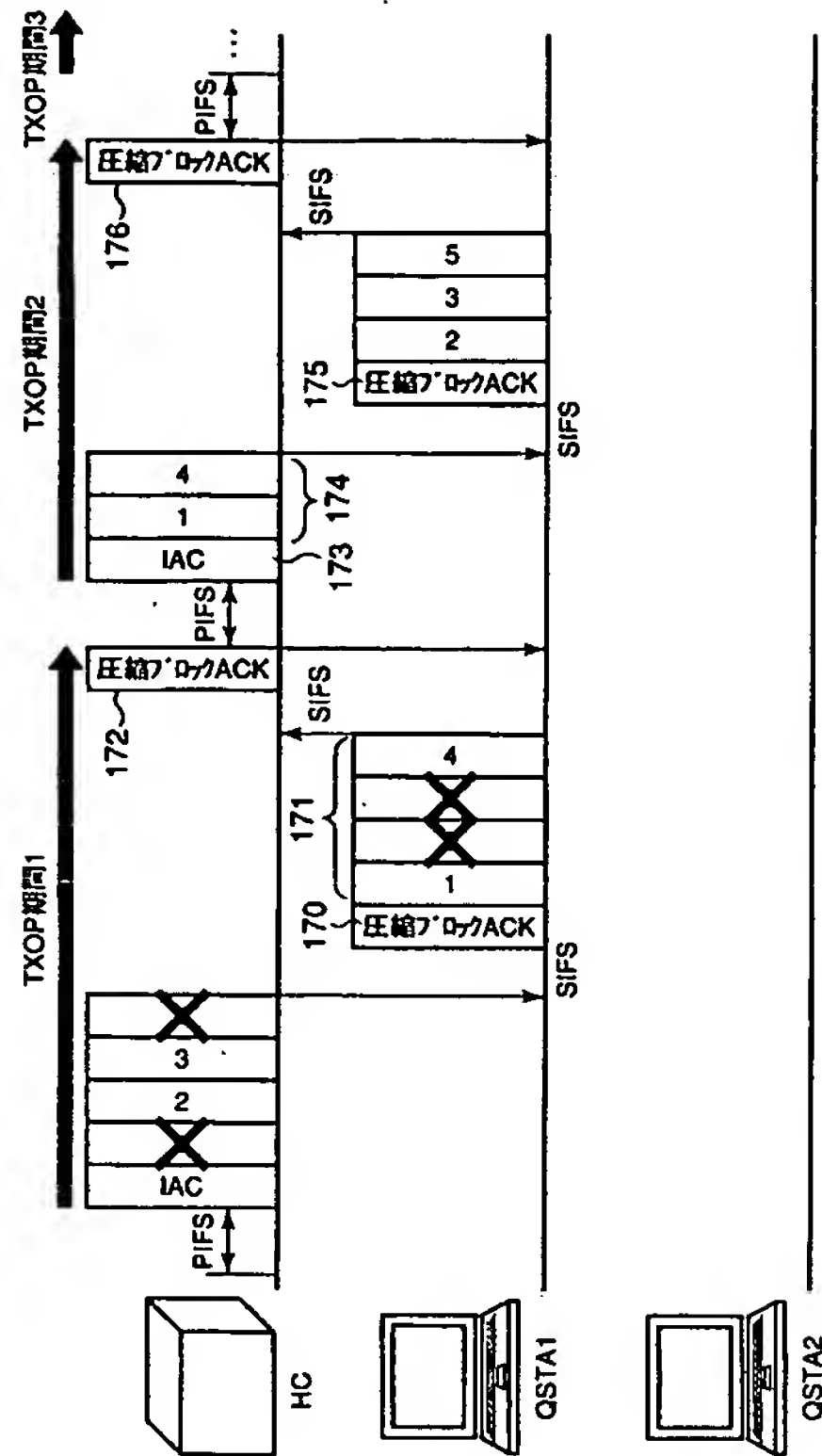
※7'ロフACKのデータが部分的に誤った場合、圧縮7'ロフACK送信後、PIFS経過してからデータを再送する

【図 16】



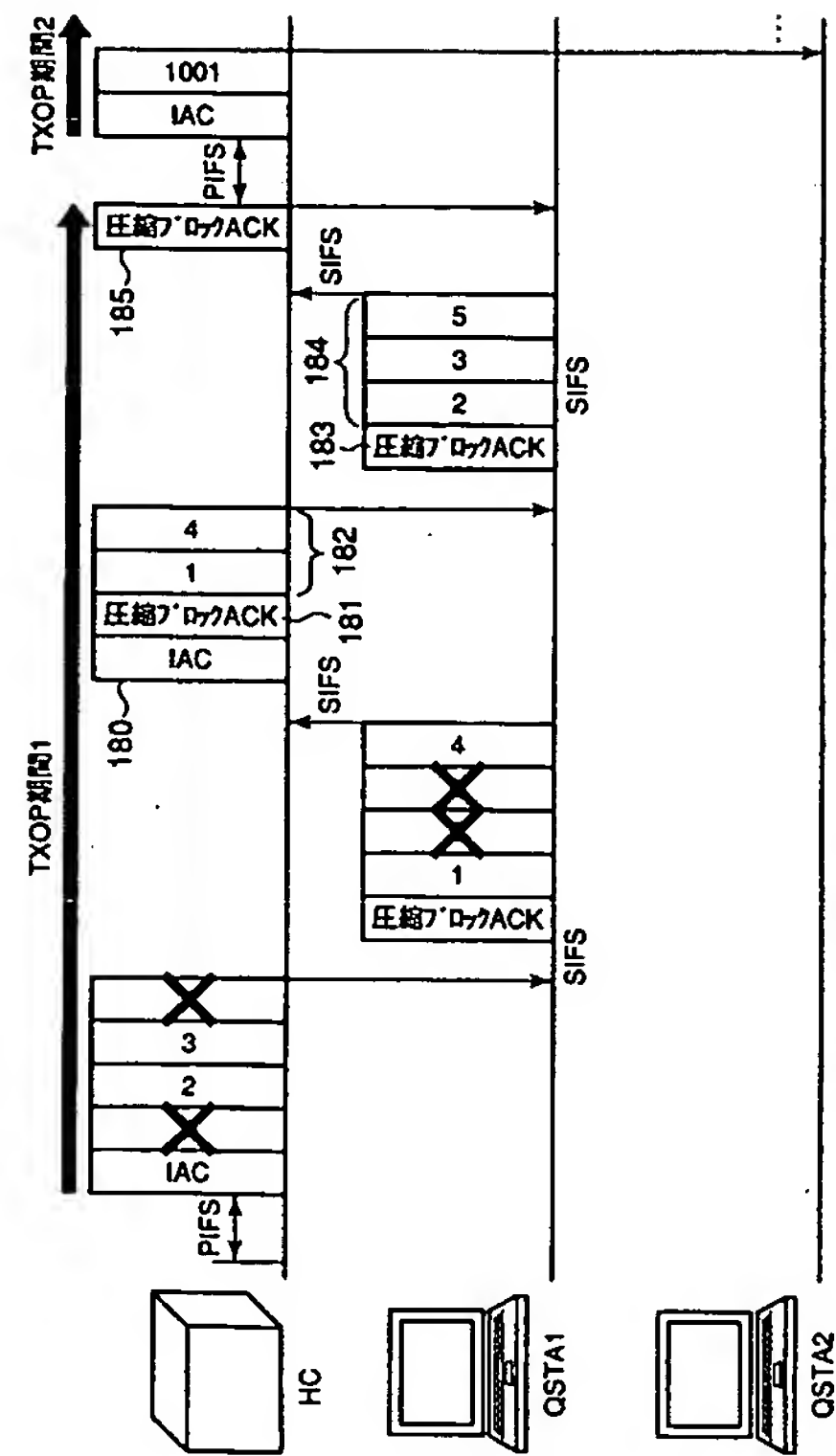
※TXOP期間に余裕があれば、再送用データを圧縮7'ロフACKにビジーにする

【図 17】



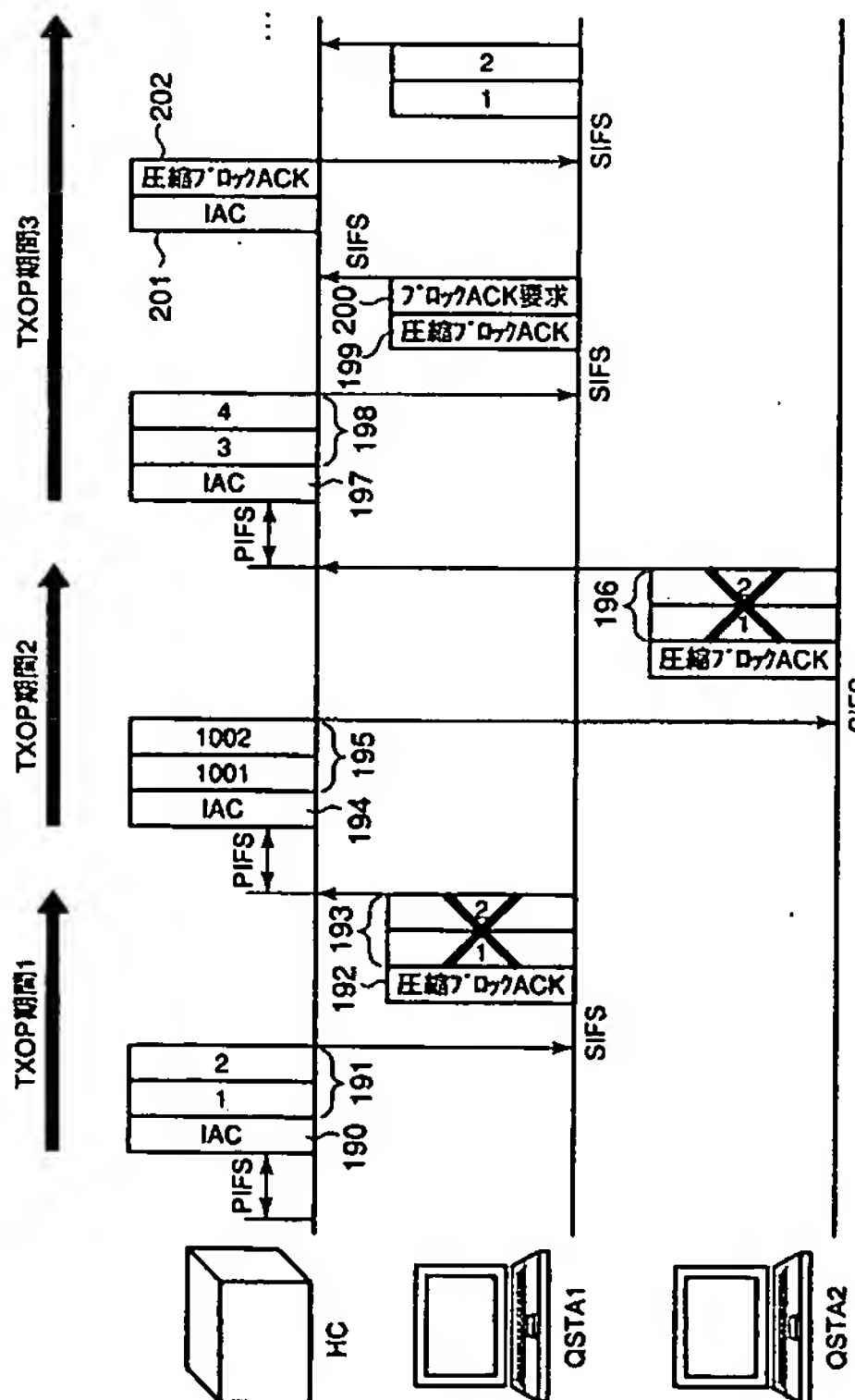
※再送時は、必要に応じて新しいシーケンス番号のフレームをビジー-パケットする

【図 18】



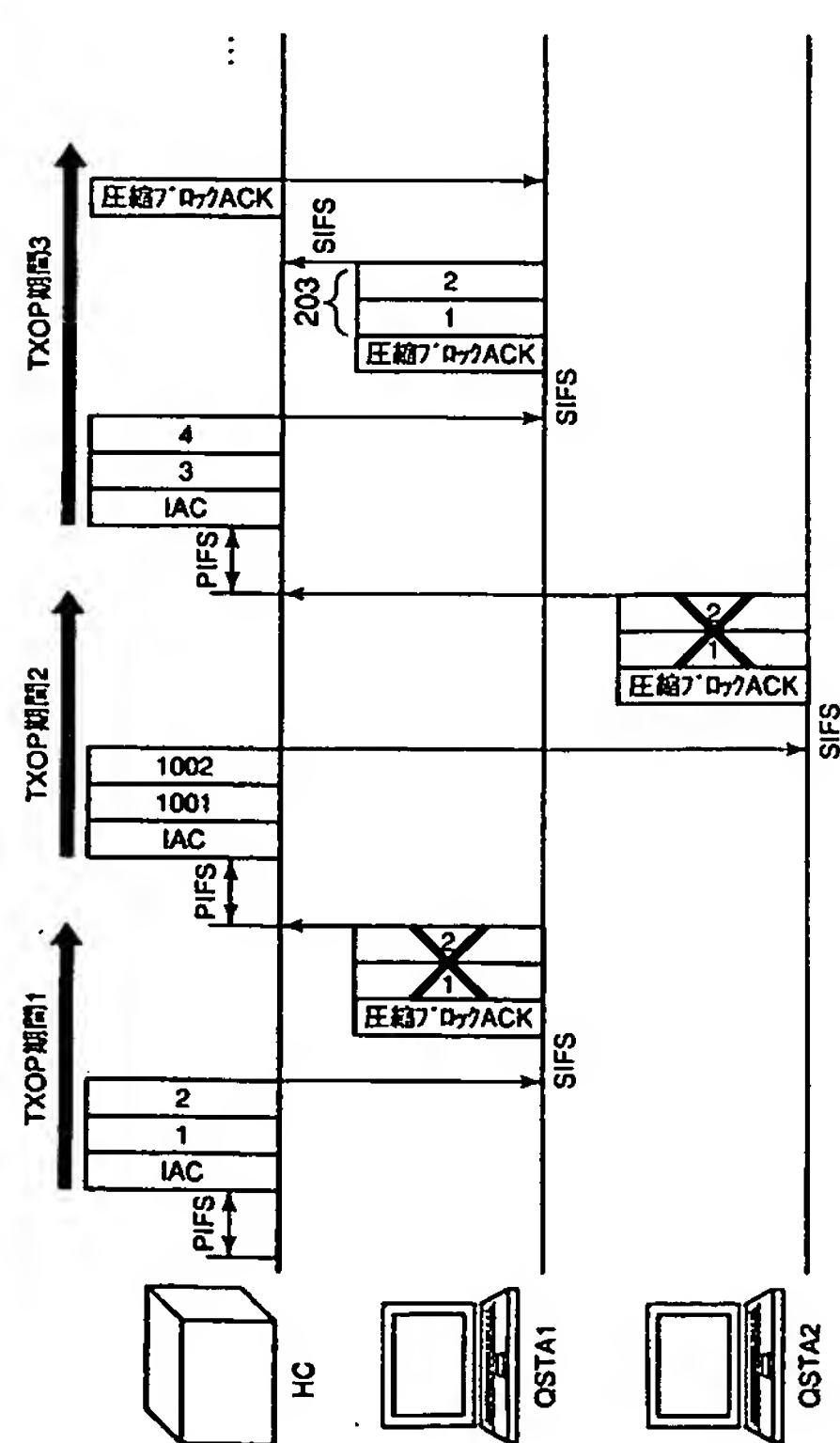
※TXOP獲得側主導で、ビジー-パケットのやり取りを制御する

【図 19】



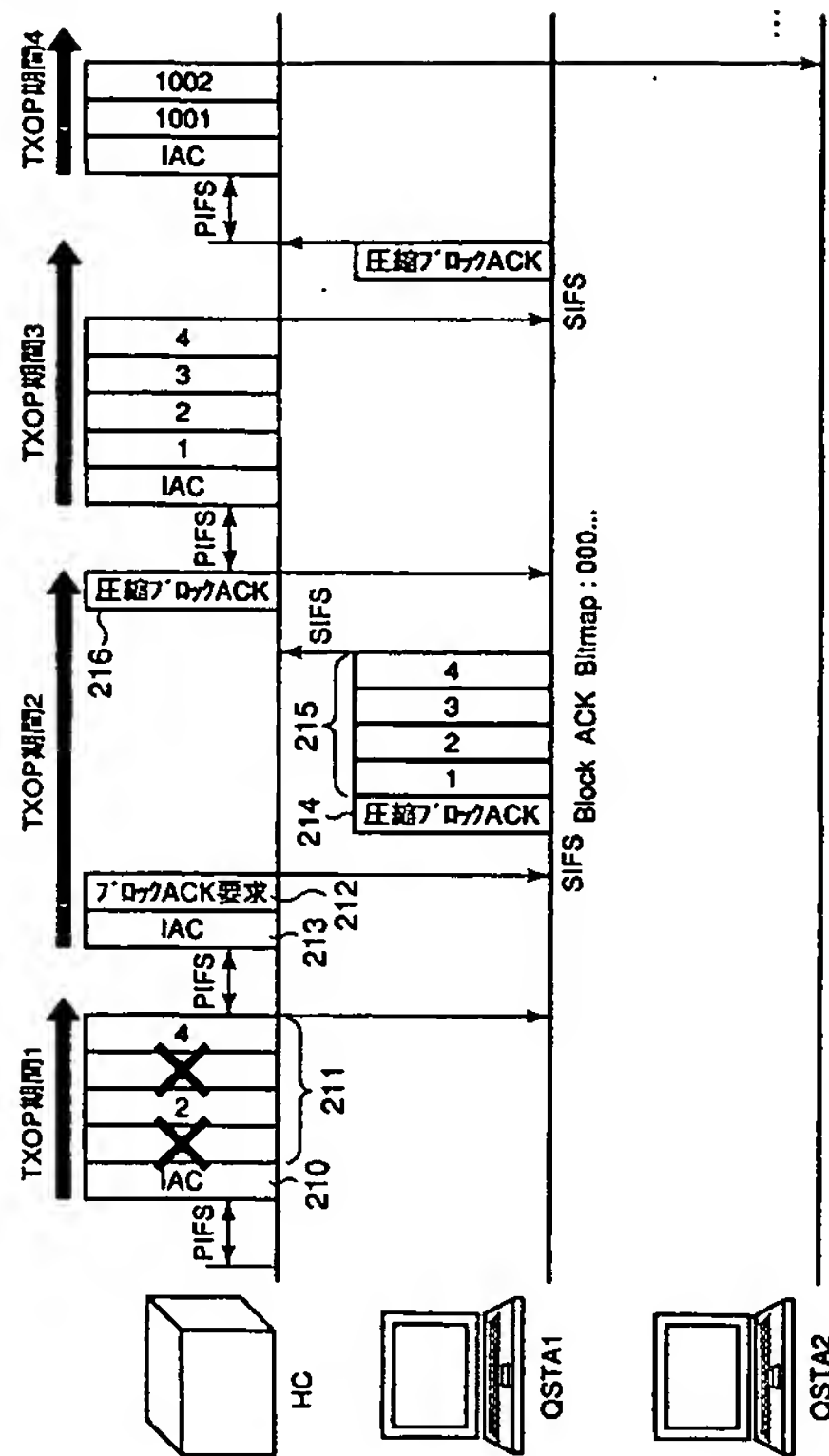
※フレームが発生した場合、次にTXOPを得た時、あるいはビジー-パケットが許可された時に、ACK要求を送信する

【図 20】



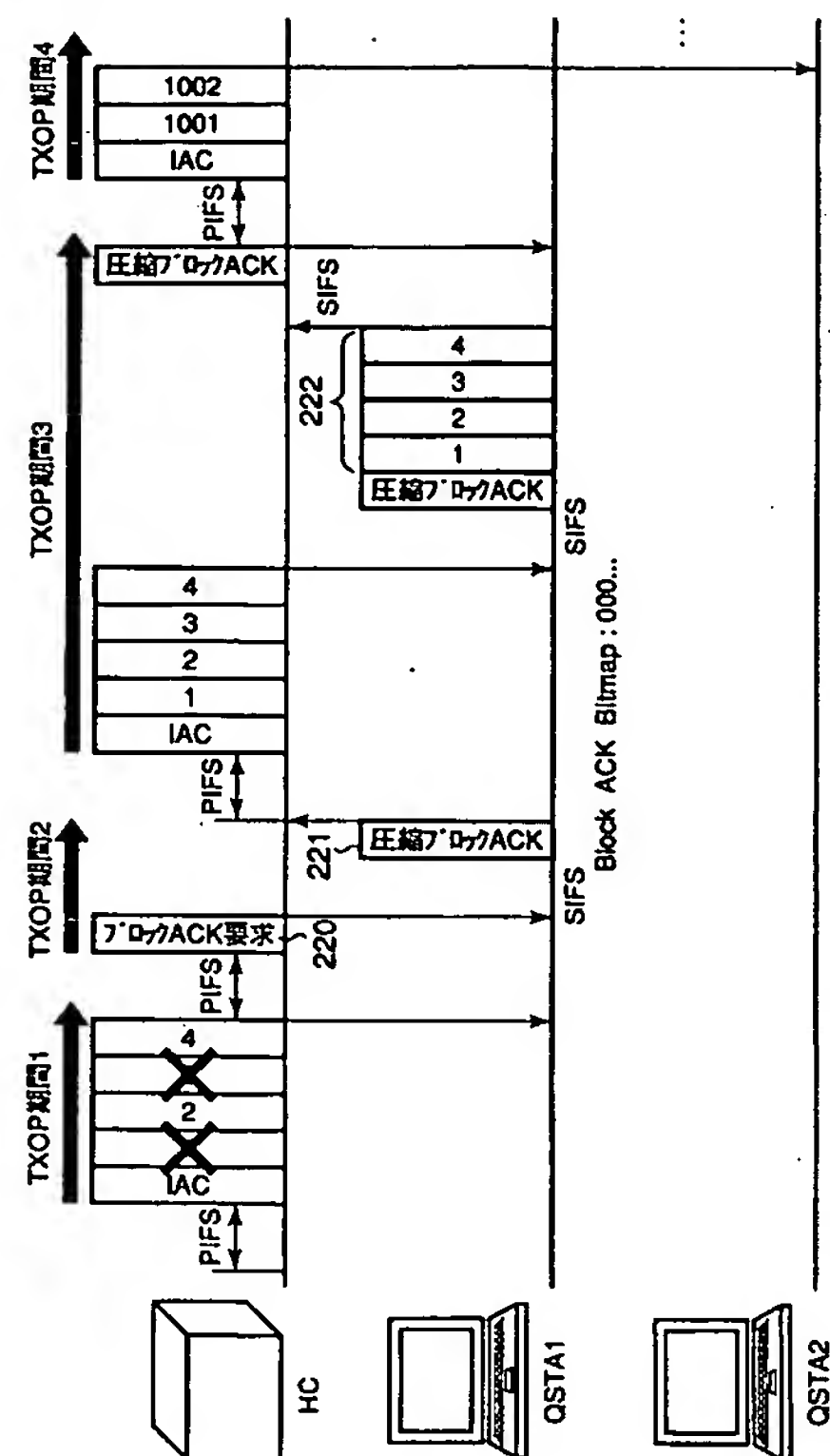
※フレームが発生した場合、ACK要求を送信せずに、全てのMPDUを再送する

【図 2 1】



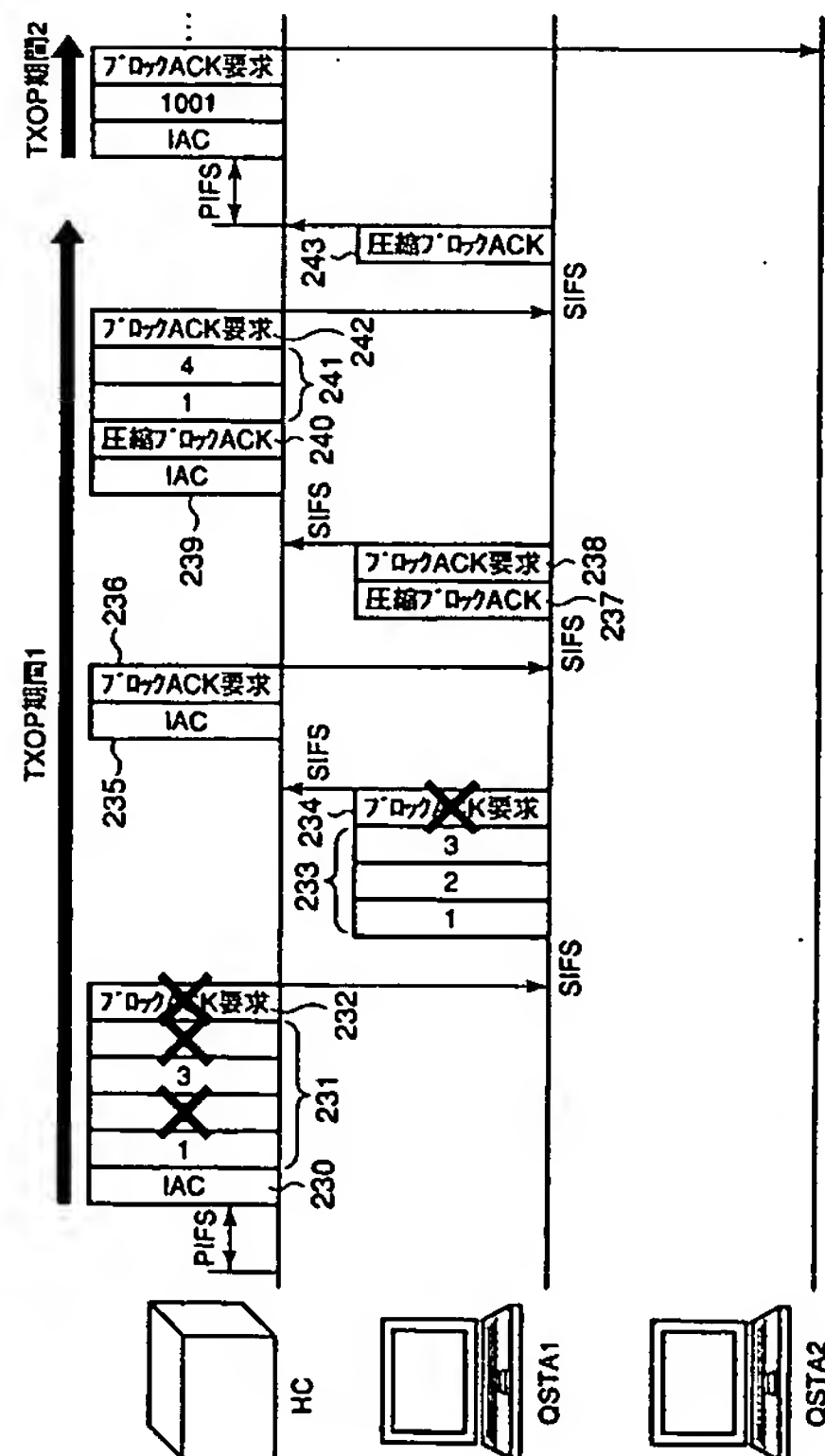
※QSTAからの応答がない場合、PIFS後に「圧縮7-ACK」要求を送信する。
データを一つも受信していないため、QSTA1が1回目に送信する「圧縮7-ACK」は、
ビットが「0」になっている

【図 2 2】



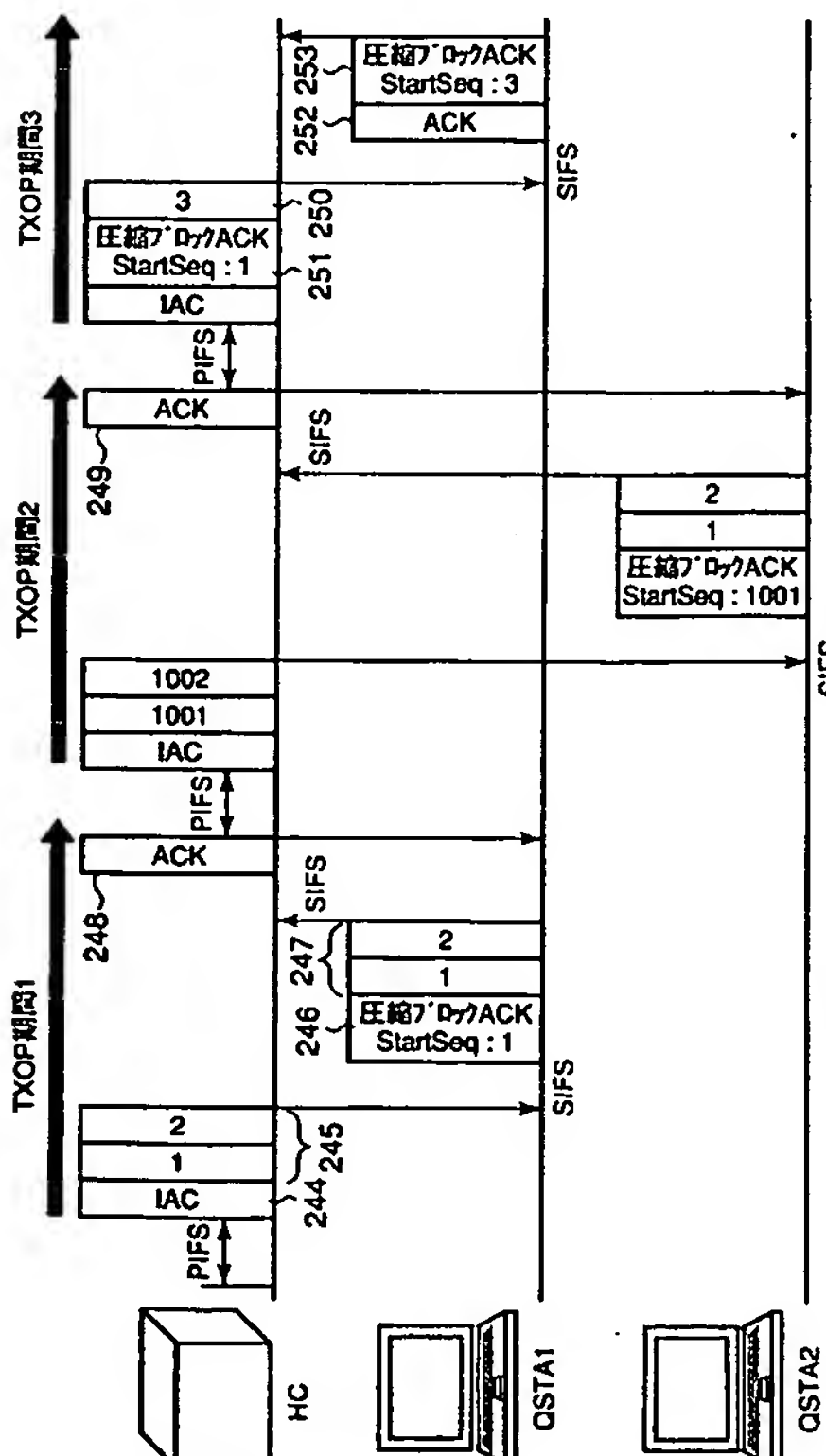
※「圧縮7-ACK」要求に「IAC」を付与しない場合、受信側で「圧縮7-ACK」が不可能であるため、
「圧縮7-ACK」要求に「IAC」を付与する必要がある

【図 2 3】



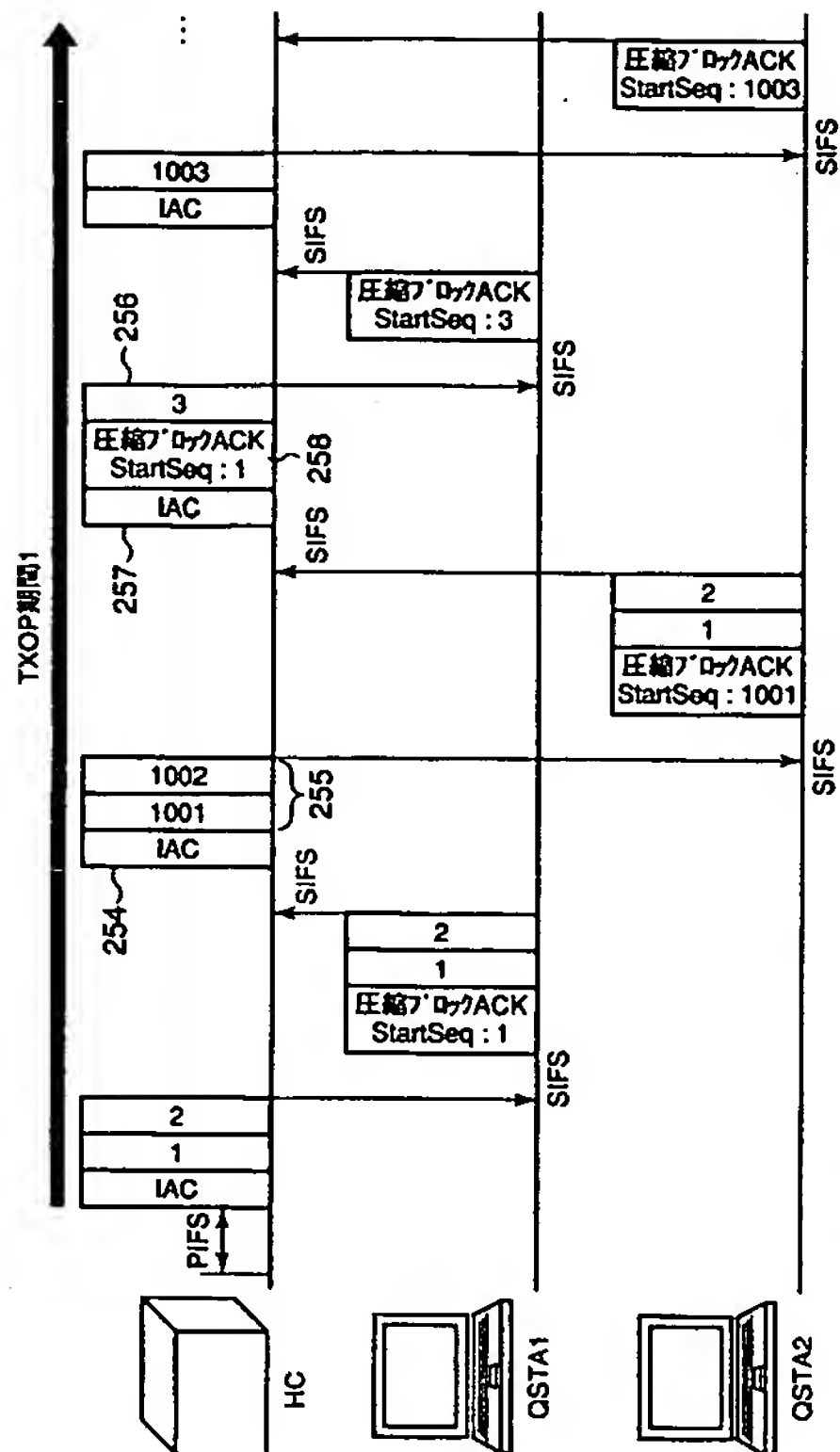
※「圧縮7-ACK」要求を必ず付与しない方式の場合、「圧縮7-ACK」要求が誤ると「圧縮7-ACK」が返信されない。
データ送信側は、「圧縮7-ACK」要求を再送信する

【図 2 4】



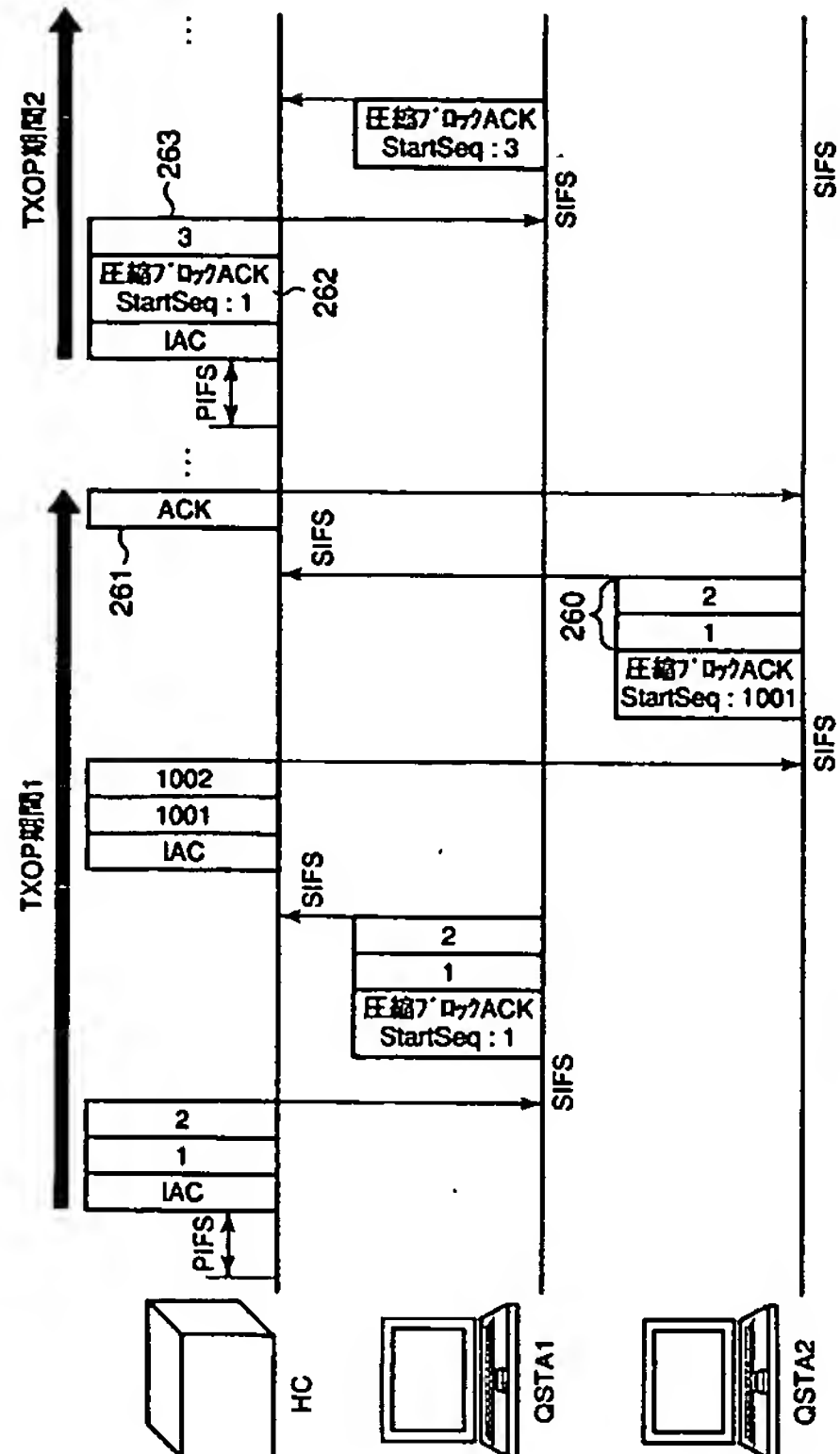
※802.11eの遅延利「圧縮7-ACK」を用いると、「圧縮7-ACK」を必ず付与する必要があり、
MAC効率が低下する

【図 25】



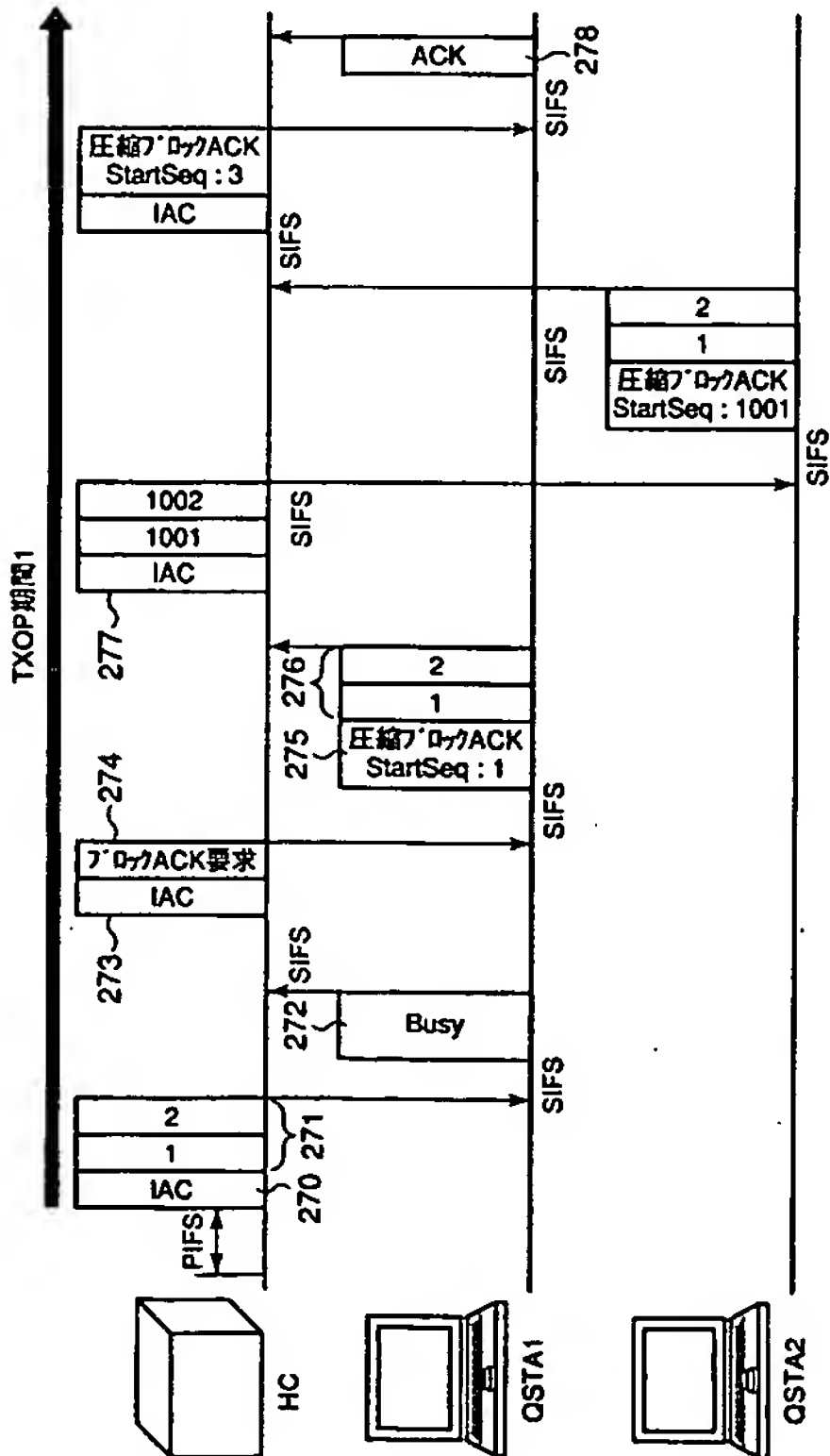
※遅延型7D7ACKを了解したことを明示するために、次の遅延型7D7ACK送信時にIAC7D7ACKを立てる。
IACは先頭に7D7ACKの宛先が自分ではなくても、7D7ACKを送信した端末は監視する。
7D7ACK受信に対する7D7ACK送信も、IACあるいは遅延型7D7ACKで代用する

【図 26】



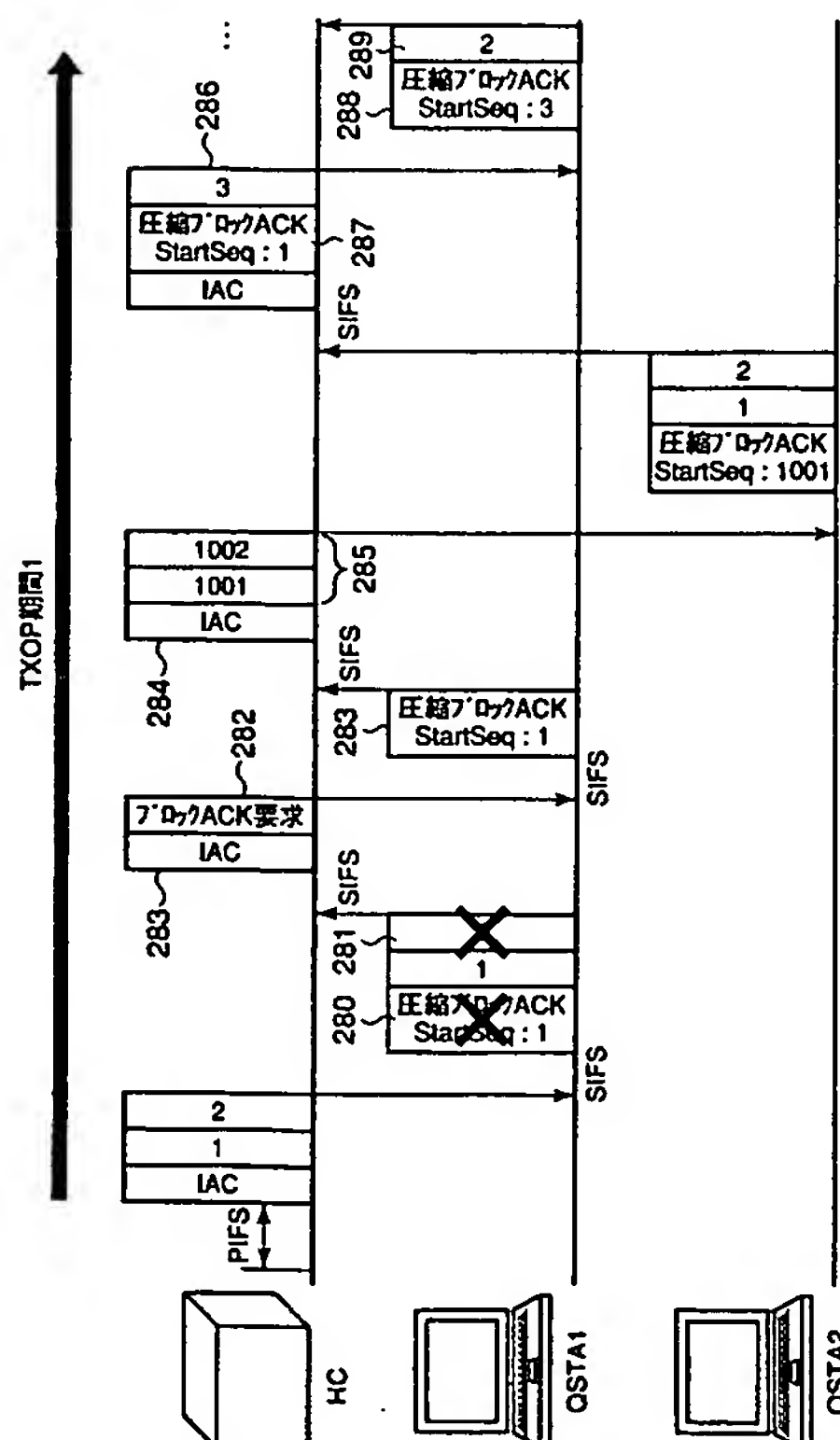
※SIFS後に送信可能な7D7ACKの7D7ACKが存在しない場合、TXOPを区切る意味で、7D7ACKを送信する。
次の7D7ACK送信時は、PIFSで7D7ACK

【図 27】



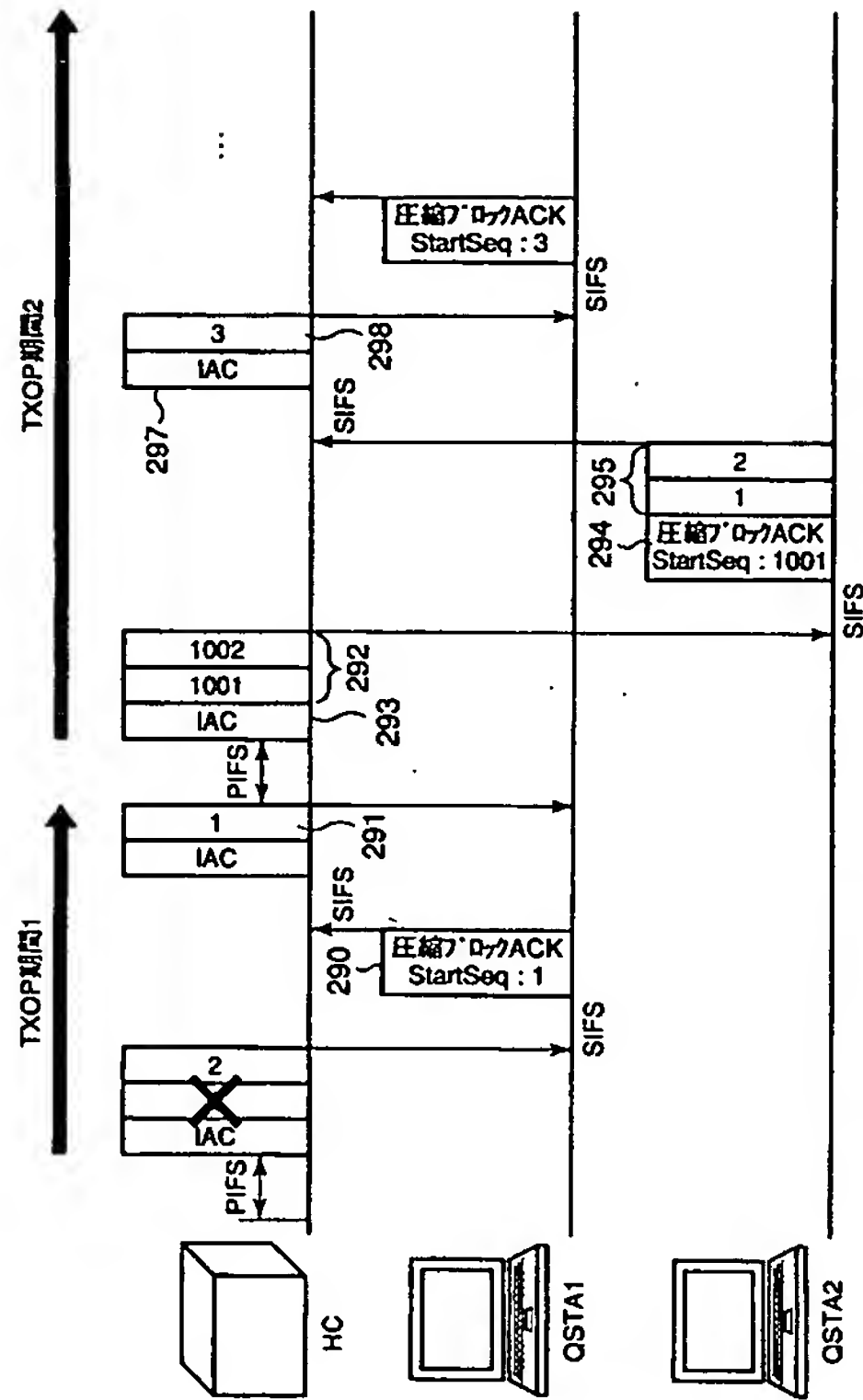
※遅延型7D7ACKが立った場合、SIFS後に7D7ACK要求を送信

【図 28】



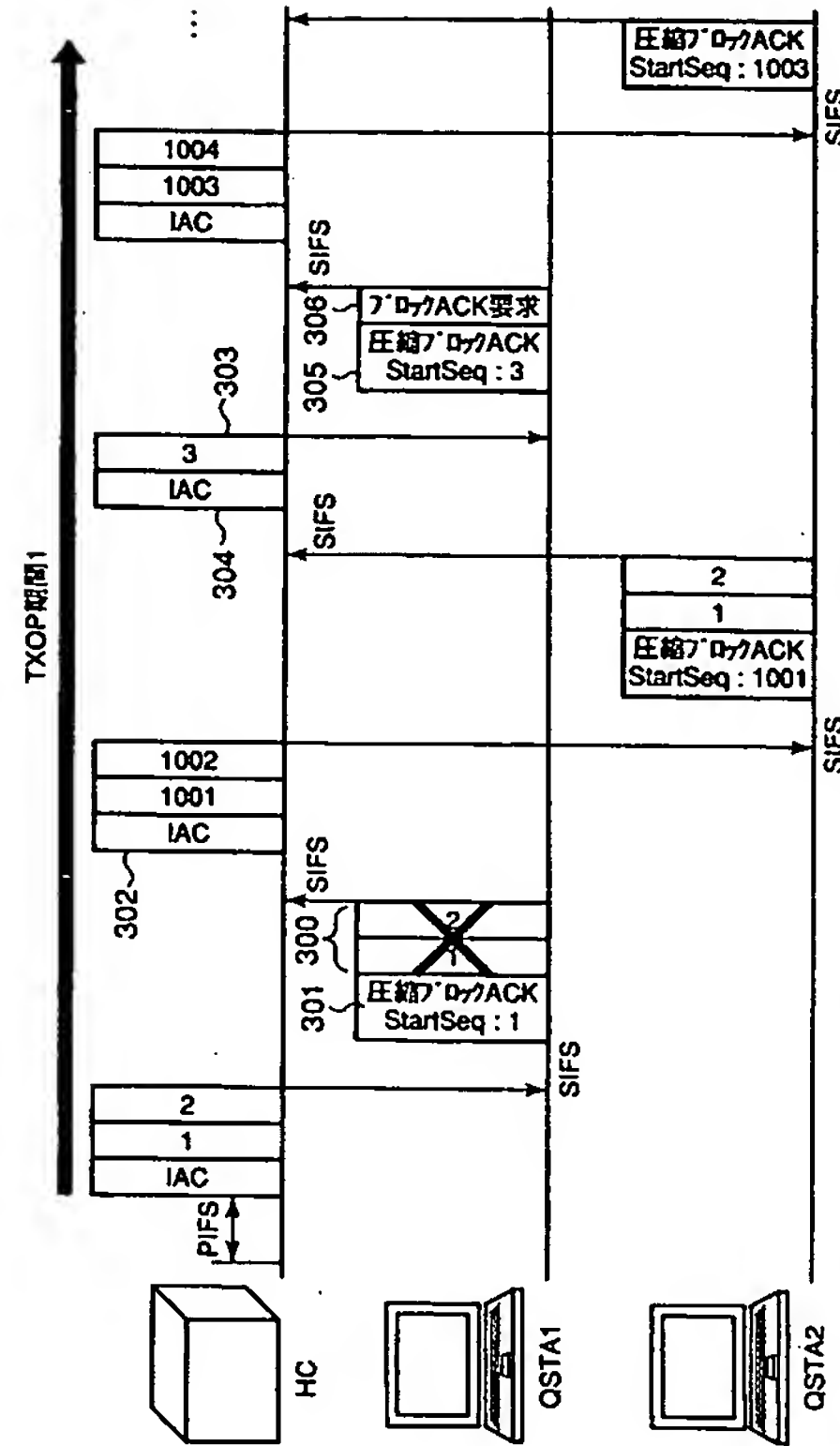
※7D7ACK要求にIACを7D7ACKとして、遅延型7D7ACKを行った場合

【図 29】



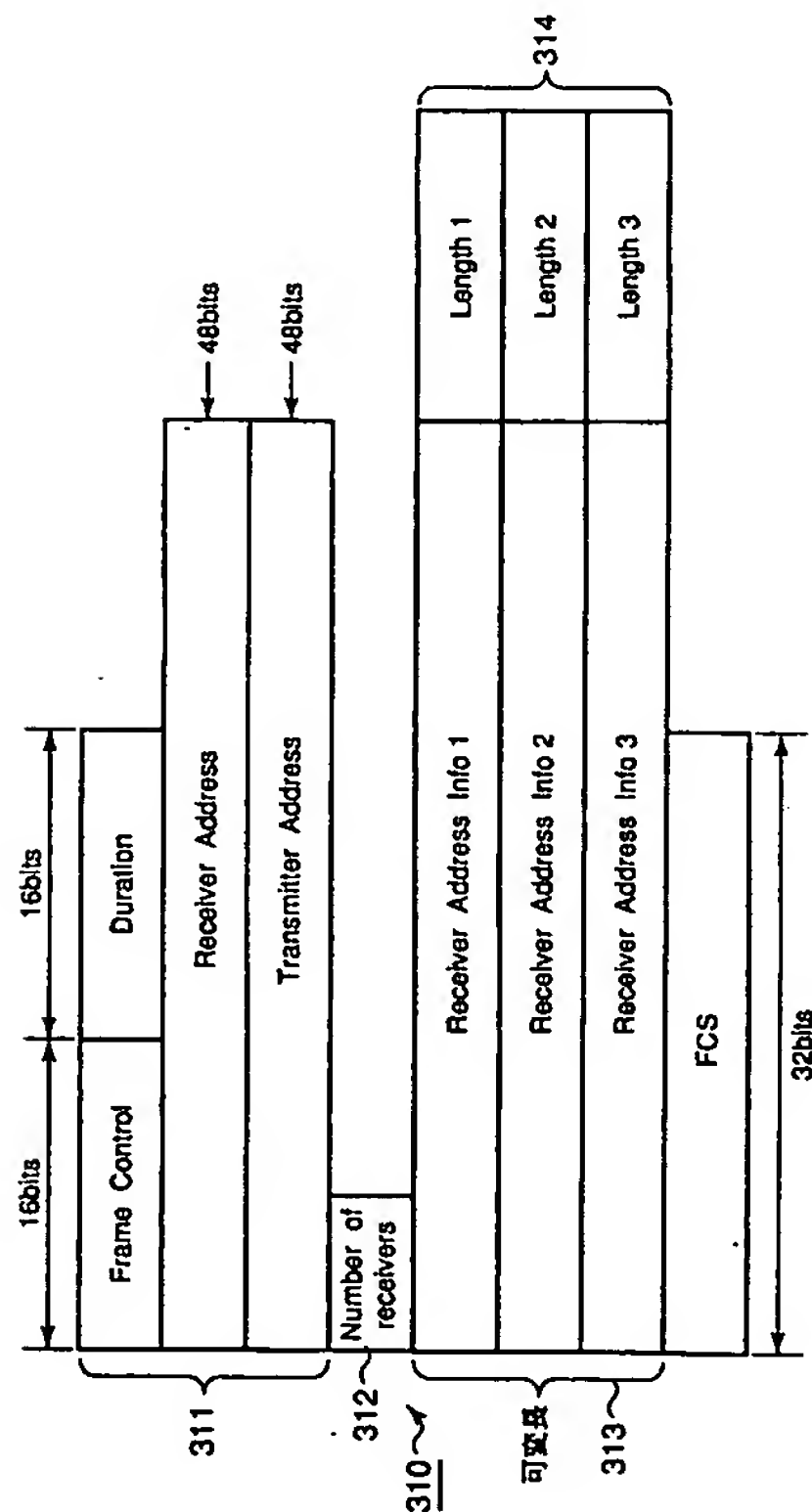
※QSTA1が圧縮ACKにデータビジーパケットがなかった場合は、遅延型ACKを適用せず、PIFSで再送信を行う。

【図 30】

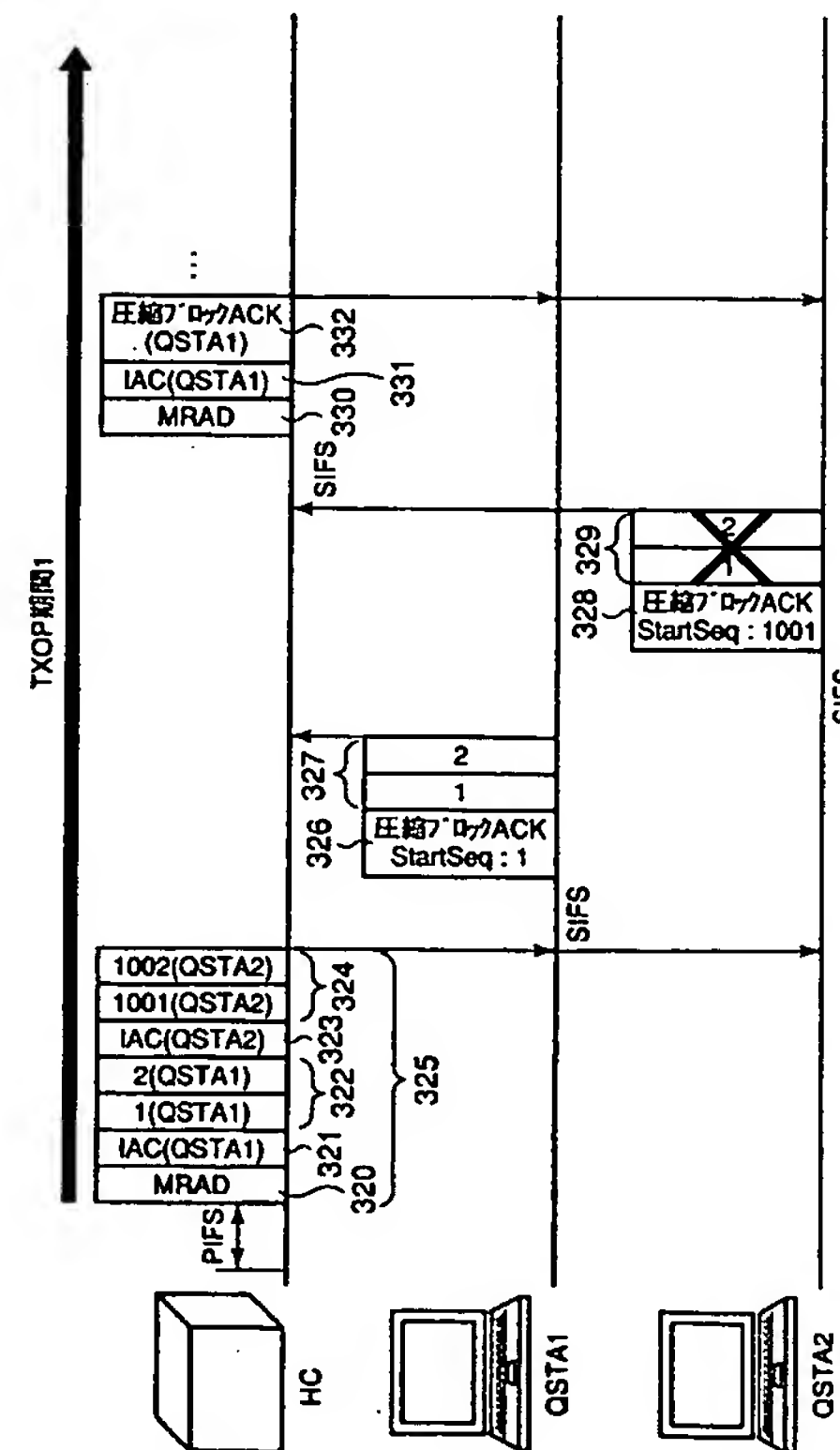


※QSTA1のデータが全て送られていない場合、HCは圧縮ACKを返すことが出来ないため、QSTA2にデータを送信する際、IAC内の遅延型ACKが適用されたか判断するためのACKは0のまま。QSTA1はデータ送信からSIFS後にデータを送信しても、全てのデータを送信に失敗したとみなす。

【図 31】

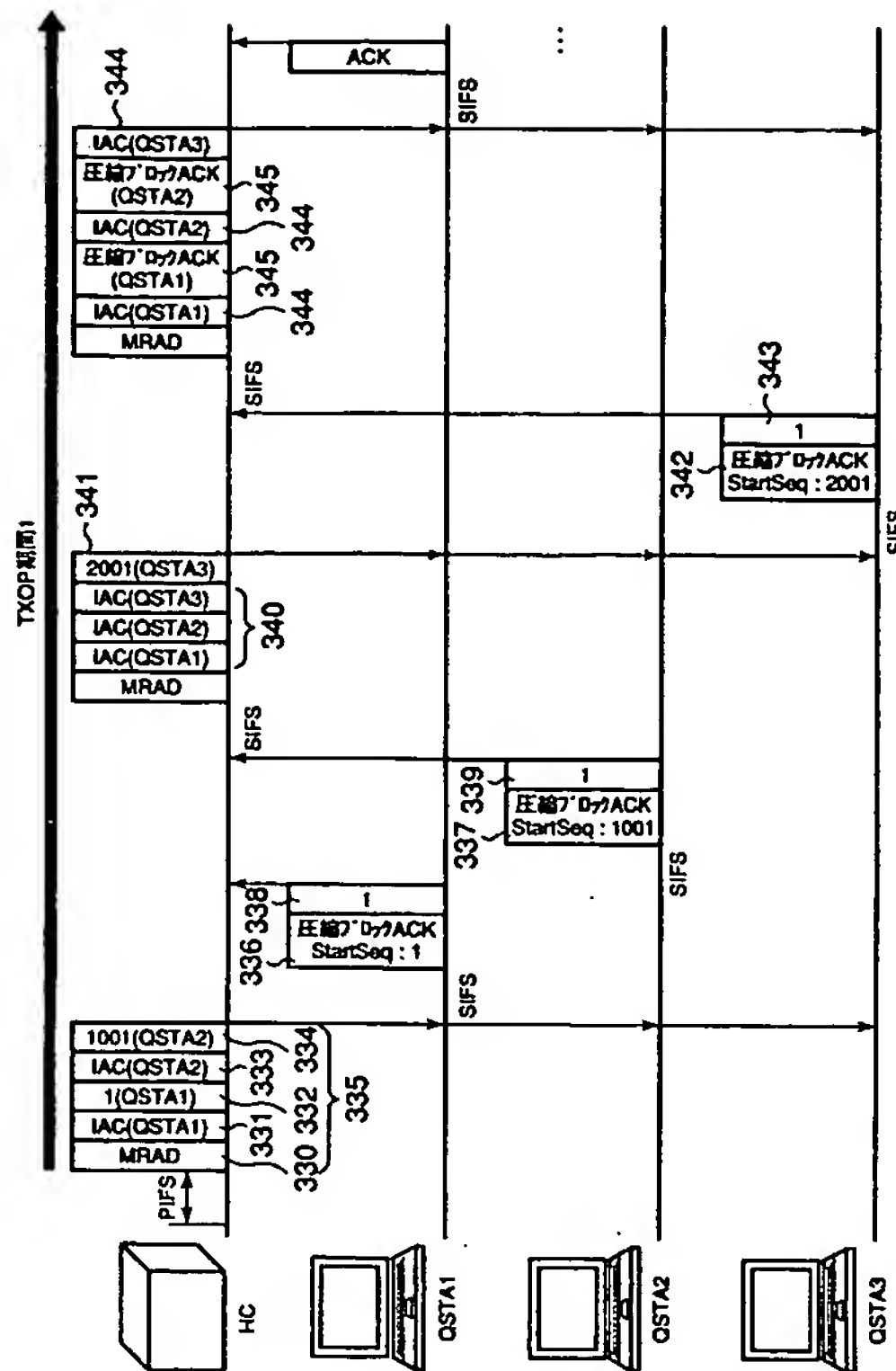


【図 32】

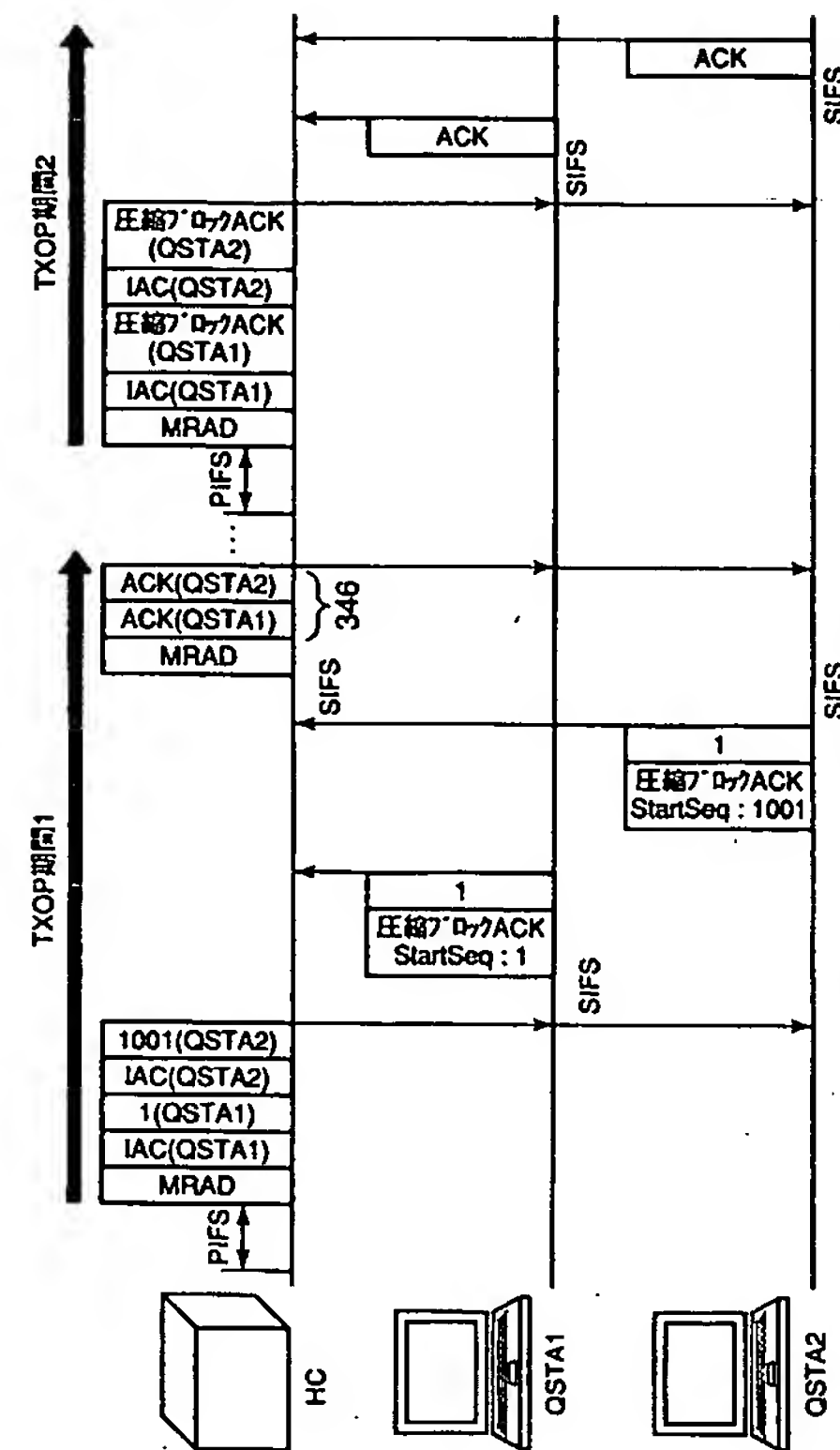


※QSTAは、ACKパケットにデータビジーパケットを送信した後、HCからACKが出力される7μsのMRADパケット内に自分の優先がなければ、圧縮ACKが出力したとみなす。

【图 3 3】

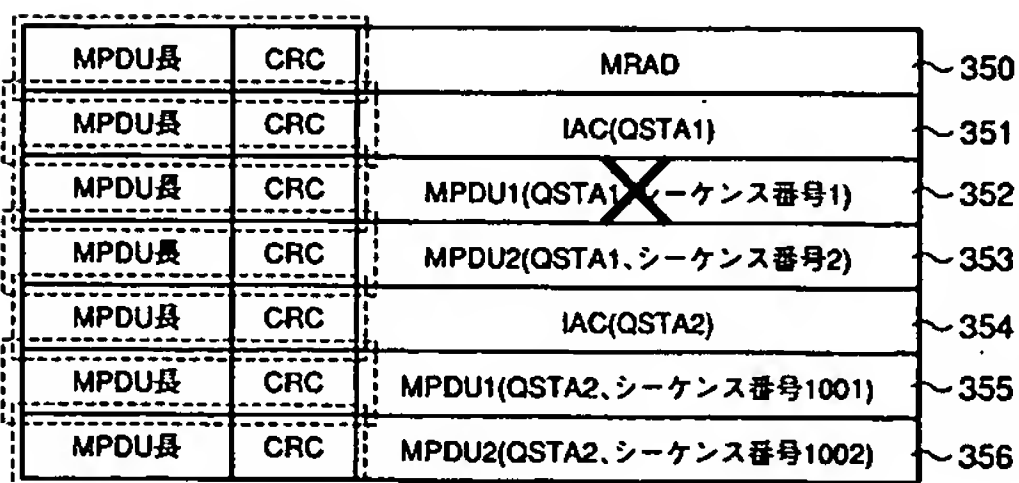


【图 3 4】

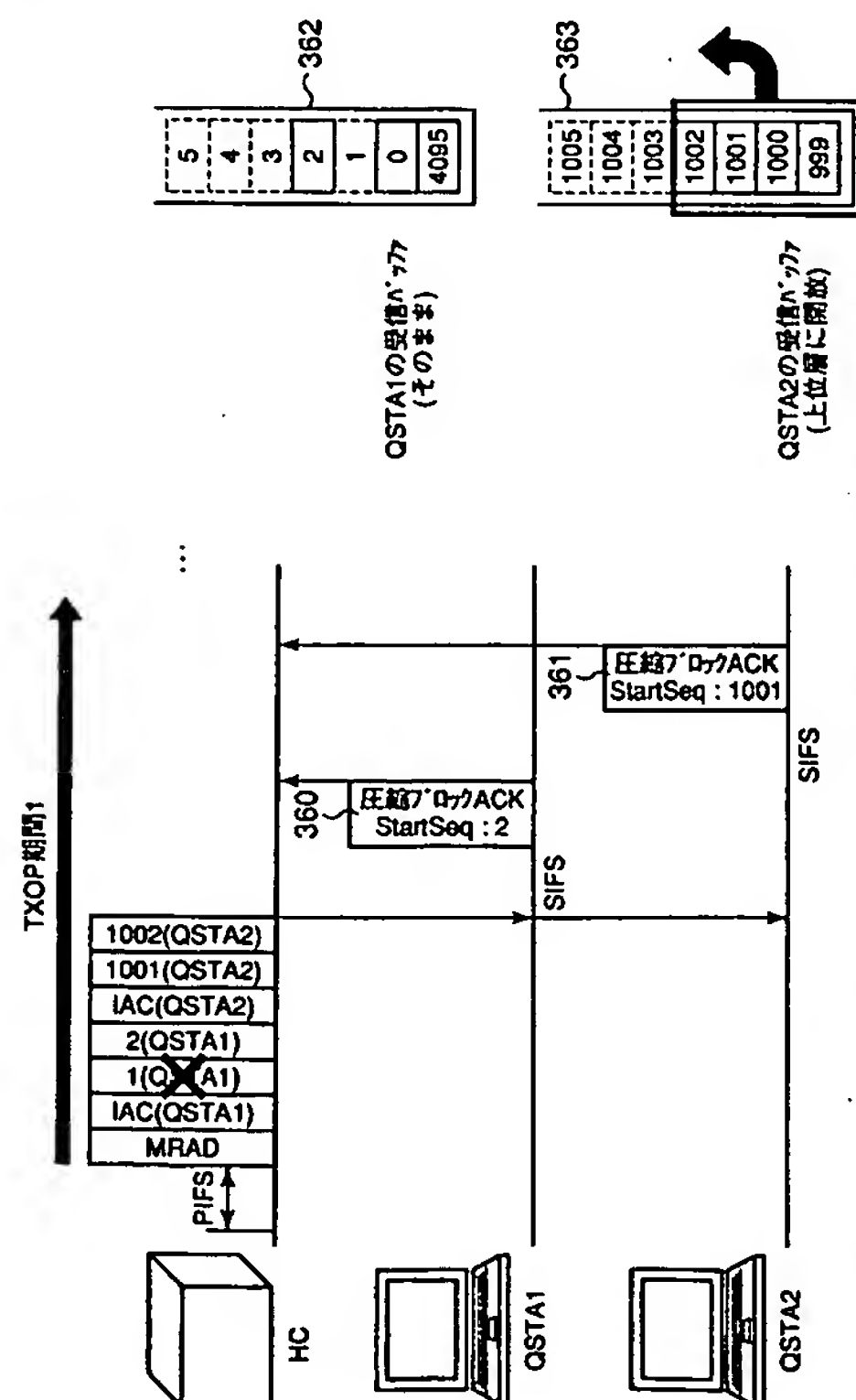


※QSTAは、アップリンクにデータをピコ・パケットとして送信した後、遅延型ACKのやり取りであるならば、複製宛先に対するノックアウトして送信する

【図 3 5】

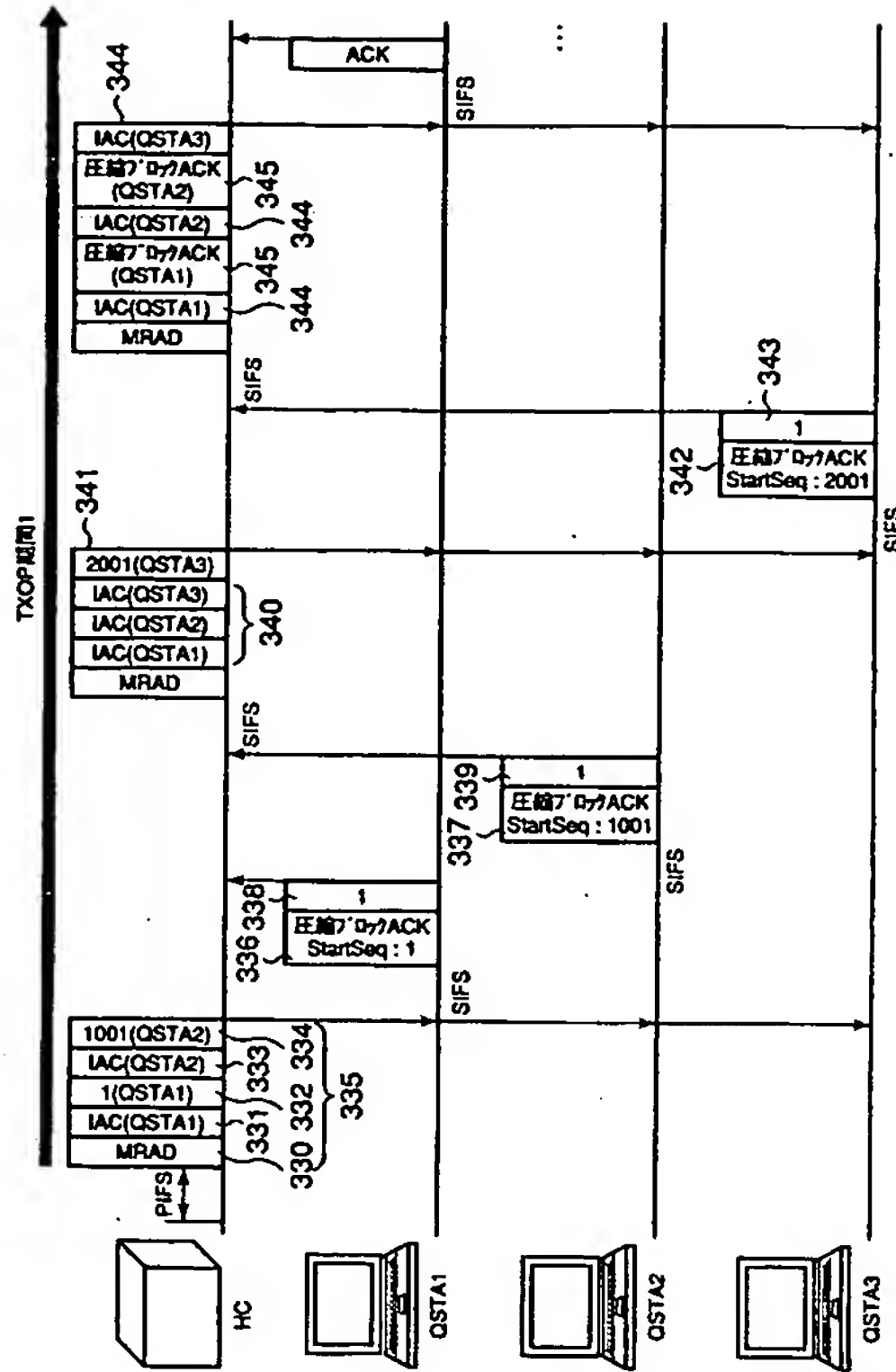


【図 36】

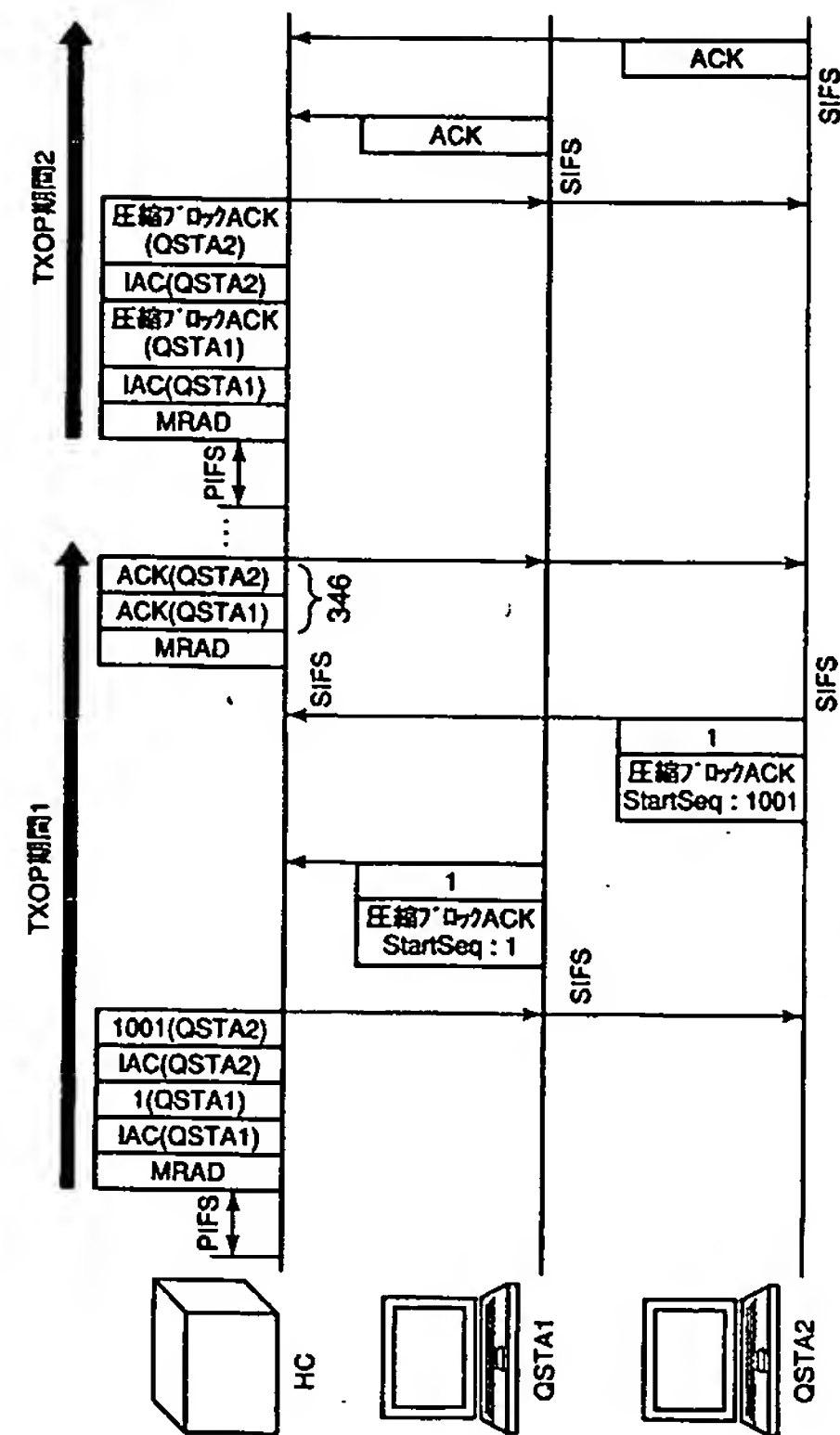


※※※QSTA2は、QSTA1の愚直のデータレートに對するFCS計算が正常で、かつ自分宛の先頭7つのFCSが正常な場合、該フレームのシーケンス番号を正規のBlock ACK Starting Controlとみなして受信ハブ管理を行なう

【図 33】



【図 34】

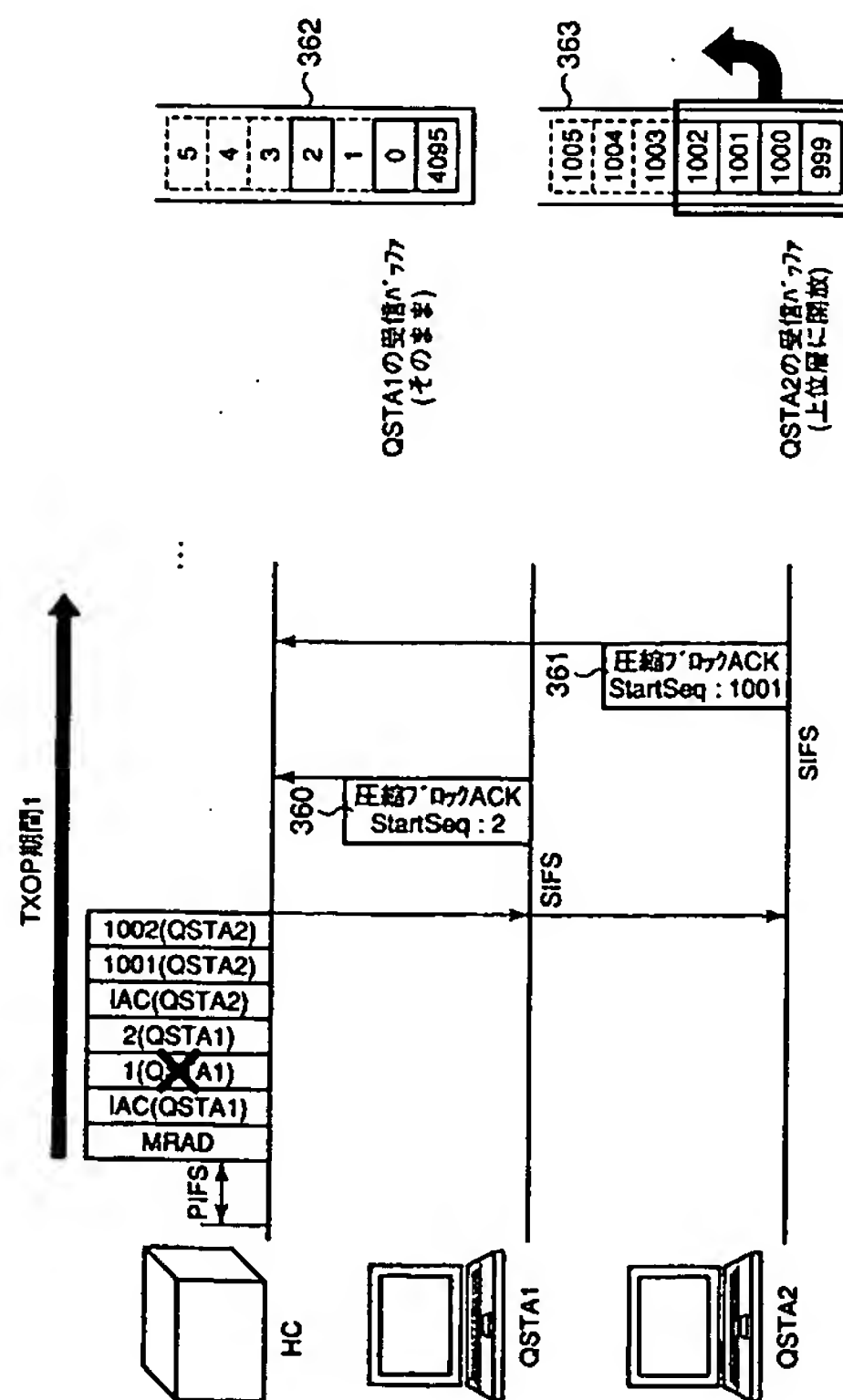


※QSTAは、フレームのデコードを完了して送信した後、逆送型フレームのACKのフィールドに送信する
複数優先に送るフレームACKをフレームとして送信する

【図 35】

MPDU長	CRC	MRAD	350
MPDU長	CRC	IAC(QSTA1)	351
MPDU長	CRC	MPDU1(QSTA1、シーケンス番号1)	352
MPDU長	CRC	MPDU2(QSTA1、シーケンス番号2)	353
MPDU長	CRC	IAC(QSTA2)	354
MPDU長	CRC	MPDU1(QSTA2、シーケンス番号1001)	355
MPDU長	CRC	MPDU2(QSTA2、シーケンス番号1002)	356

【図 36】



※QSTA2は、QSTA1の最後のフレームに対するFCS計算が正常で、かつ自分宛の先頭フレームのFCSが正常な場合、フレームのシーケンス番号を正規のBlock ACK Startling Controlとなして送信フレーム管理を行なう

【図 37】

MPDU長	CRC	MRAD
MPDU長	CRC	MPDU1(QSTA1、シーケンス番号1)
MPDU長	CRC	MPDU2(QSTA1、 シーケンス番号2)
MPDU長	CRC	MPDU1(QSTA2、シーケンス番号1001)
MPDU長	CRC	MPDU2(QSTA2、シーケンス番号1002)

フロントページの続き

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 西林 泰如

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 高木 雅裕

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 足立 朋子

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 旦代 智哉

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 中島 徹

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 宇都宮 依子

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

Fターム(参考) 5K033 AA01 CA07 CB01 DA17 DB16 EC01

5K034 AA02 DD01 EE03 EE11